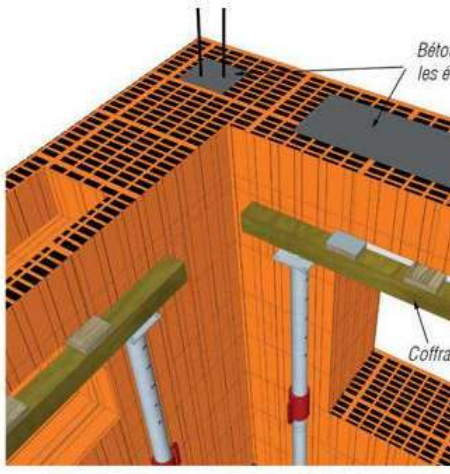
Claude Prêcheur

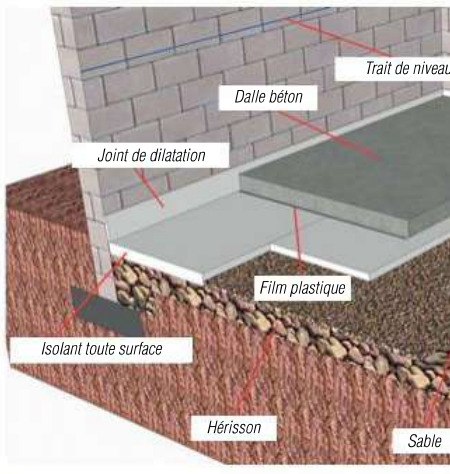
MANUEL TECHNIQUE DU MAÇON

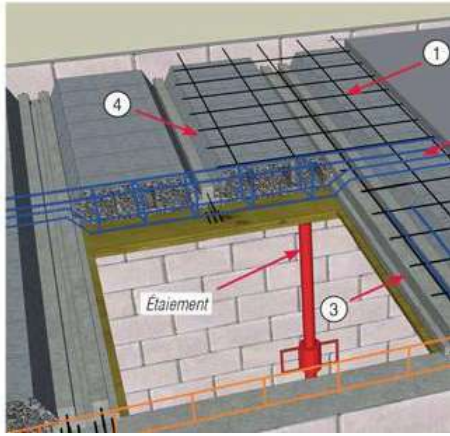
ORGANISATION
CONCEPTION
APPLICATIONS

DEUXIÈME ÉDITION

Éditions EYROLLES







MANUEL TECHNIQUE DU MAÇON

ORGANISATION CONCEPTION APPLICATIONS

DEUXIÈME ÉDITION

Le manuel de Claude Prêcheur contient tout ce qui est nécessaire à l'exercice du métier de maçon.

Gestes, outils, méthodes, matériaux, réglementation : tout ce qu'un professionnel doit savoir y est exposé en termes précis. Chaque description est illustrée par des photos et des schémas en couleurs.

Livre d'étude pour les futurs professionnels qui préparent leurs examens, aide-mémoire pour les artisans qui cherchent une référence, support pratique d'enseignement pour les formateurs, c'est l'œuvre d'un maçon soucieux de partager son expérience et de transmettre ses connaissances.

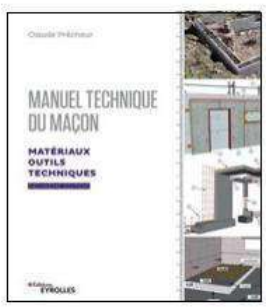
Que l'on ait décidé de **devenir maçon**, que l'on veuille **réaliser seul ses travaux de gros œuvre** ou que l'on souhaite simplement **suivre la construction de sa maison**, on trouvera ici les connaissances technologiques nécessaires et les conseils pratiques pour réussir.

Ce manuel aidera aussi les futurs professionnels à évoluer dans leur carrière vers les postes d'encadrement, les autoconstructeurs à réaliser — dans les règles de l'art — des travaux complexes et, aux particuliers qui font construire, il offrira des garanties. On appréciera par exemple les astuces du maçon-coffreur, mais on saura aussi comment interpréter des plans d'architecte ou les documents du bureau d'étude.

Des **exercices corrigés** permettront par ailleurs à ceux qui préparent un examen de vérifier la bonne assimilation des connaissances.

Dossier de construction • Implantation • Fondations • Assainissement et canalisations • Plancher • Chape • Enduit traditionnel • Appui de fenêtre et seuil de baie • Pignon • Conduit et souche de cheminée • Escalier • Traitement des déchets • Planning • Chef d'équipe • Rapport d'activité

Ancien chef de chantier devenu formateur diplômé, **Claude Prêcheur** a exercé pendant 40 ans le métier de maçon avant de formaliser ses connaissances dans ce manuel conforme aux différents référentiels de l'enseignement, du CAP au Bac Pro. Après avoir enseigné au CFA de Pont-à-Mousson, il s'est notamment fait connaître par son DVD de formation continue diffusé sous le titre *ABC Maçonnerie*.



Du même auteur chez Eyrolles :
Manuel technique du maçon. Matériaux, outils et techniques

Complémentaires, les deux volumes qui composent ce manuel sont indépendants et peuvent être utilisés séparément.

PUBLICS

Élèves et apprentis des filières de l'enseignement technique et professionnel (CAP, BEP, BP, Bac Pro, BTS Bâtiment)
Enseignants et formateurs
Artisans et cadres de la construction
Particuliers motivés

www.editions-eyrolles.com

Manuel technique du maçon

Organisation, conception et applications

Chez le même éditeur

Quelques manuels et guides de référence consacrés aux techniques traditionnelles de construction

Éric Mullard, *La couverture du bâtiment. Manuel de construction*, 2e éd. 2018, 360 p.

Jean-Marie Rapin, *L'acoustique du bâtiment. Manuel professionnel d'entretien et de réhabilitation*, 2017, 192 p.

Alexandre Caussarieu & Thomas Gaumart, *Rénovation des façades : pierre, brique, béton. Guide à l'usage des professionnels*, 2e éd. 2013, 192 p.

Jean & Laurent Coignet, *Maçonnerie de pierre. Matériaux et techniques, désordres et interventions*, 2007, 116 p.

Jean-Marc Laurent, *Pierre de taille. Restauration de façades, ajout de lucarnes*, 2003, 168 p.

Giovanni Peirs, *La brique. Fabrication et traditions constructives*, 2004, 112 p.

École d'Avignon, *Technique et pratique de la chaux*, 2e éd. 2016, 224 p.

École-atelier de restauration du Centre historique de Leon,
– *La chaux et le stuc*, 2e éd. 2010, 230 p.
– *La taille de pierre*, 2e éd. 2014, 216 p.

Valérie Le Roy, Philippe Bertone, Sylvie Wheeler, *Les enduits de façade. Chaux, plâtre, terre*, 2010, 116 p.
– *Les enduits intérieurs. Chaux, plâtre, terre*, 2012, 116 p.

Iris ViaGardini, *Enduits et badigeons de chaux*, 2e éd. 2015, 174 p.

Monique Cerro, *Enduits chaux et leur décor. Mode d'emploi*, 2e éd. 2017, 144 p.

Monique Cerro & Thierry Baruch, *Enduits terre et leur décor. Mode d'emploi*, 2011, 144 p.

Monique Cerro, *Sols, chaux et terre cuite. Mode d'emploi*, 2e éd. 2013, 80 p.

Michel Dewulf, *Le torchis. Mode d'emploi*, 2e éd. 2015, 80 p.

Christian Lassure, *La pierre sèche. Mode d'emploi*, 3e éd. 2014, 72 p.

Louis Cagin et Laetitia Nicolas, *Construire en pierre sèche*, 2e éd. 2011, 192 p.

Collectif sous la direction de Louis Cagin, *Pierre sèche : théorie et pratique d'un système traditionnel de construction*, 2017, 352 p.

Manuels professionnels à l'usage des ingénieurs de la construction

Philippe Carillo, *Conception d'un projet routier. Guide technique*, 112 p., 2015

Jean Barillot, Hervé Cabanes & Philippe Carillo, *La route et ses chaussées. Manuel de travaux publics*, 264 p., 2018

Gérard Karsenty, *Guide pratique des VRD et des aménagements extérieurs*, 2e éd. 2007, 632 p.

René Bayon, *VRD : Voirie, réseaux divers, terrassements, espaces verts. Aide-mémoire du concepteur*, 6e éd. 2015, 528 p.

Bertrand Hubert, Bruno Philipponnat, Olivier Payant & Moulay Zerhouni, *Fondations et ouvrages en terre. Manuel professionnel de géotechnique du BTP*, 2019, 896 p.

Marcel Hurez, Nicolas Juraszek & Marc Pelcé, *Dimensionner les ouvrages en maçonnerie. Guide d'application de l'Eurocode 6*, coédition Afnor, 2e éd., 2014, 336 p.

Jean-Louis Granju, *Introduction au béton armé. Théorie et applications courantes selon l'Eurocode 2*, coédition Afnor 2e éd. 2014, 288 p.

Jean-Louis Granju, *Béton armé. Théories et applications selon l'Eurocode 2*, 2e éd. 2016, 512 p.

Jean-Marie Paillé, *Calcul des structures en béton. Guide d'application de l'Eurocode 2*, coédition Afnor 3e éd., 2016, 768 p.

…et des dizaines d'autres livres de BTP, de génie civil, de construction et d'architecture sur

www.editions-eyrolles.com

Claude Prêcheur

Manuel technique du maçon
Organisation, conception et applications

2e édition

Éditions EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

Le *Manuel technique du maçon* se compose de deux volumes indépendants et complémentaires.
La table des matières intégrale de l'autre volume, *Matériaux, outils et techniques*, figure page 263.

Avertissement de l'éditeur

Les lecteurs souhaitant disposer d'informations portant sur la formation initiale (dont, notamment, les diplômes et leurs référentiels), l'apprentissage, la formation en alternance, les contrats de professionnalisation et les différentes certifications pourront utilement consulter les organismes suivants (liste non exhaustive) et leurs sites internet respectifs :

- Ministère de l'Éducation nationale : www.eduscol.education.fr/sti/texte-de-reference/referentiels
- Onisep : www.onisep.fr/Ressources/Univers-Metier/Metiers/macon-maconne
- Afpa : www.afpa.fr/formation-qualifiante/mac-1
- Greta : www.gretaformation.fr/formation/cap-macon
- Les compagnons du devoir : www.compagnons-du-devoir.com/macon
- Fédération française du bâtiment : www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/le-batiment-et-vous/formation/les-formations-batiment-par-metiers/accueil.html?id_Met=MACON
- CAPEB (Syndicat patronal de l'artisanat du bâtiment) : www.artisans-du-batiment.com/macon/

Aux termes du Code de la propriété intellectuelle, toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle de la présente publication, faite par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) – 20, rue des Grands-Augustins – 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 2017
© Éditions Eyrolles, 2019 pour la présente édition
ISBN : 978-2-212-67682-2

Sommaire

Le métier de maçon XV

CHAPITRE 1. Dossier de construction 1

CHAPITRE 2. Implantation 25

CHAPITRE 3. Fondations 47

CHAPITRE 4. Assainissement et canalisations 83

CHAPITRE 5. Plancher 105

CHAPITRE 6. Chape 153

CHAPITRE 7. Enduit traditionnel 165

CHAPITRE 8. Appui de fenêtre et seuil de baie 177

CHAPITRE 9. Pignon 187

CHAPITRE 10. Conduit et souche de cheminée 193

CHAPITRE 11. Escalier 199

CHAPITRE 12. Traitement des déchets 215

CHAPITRE 13. Planning 223

CHAPITRE 14. Chef d'équipe 235

CHAPITRE 15. Rapport d'activité pour le brevet professionnel 245

L'auteur et l'éditeur remercient toutes les entreprises et tous les organismes qui ont indirectement contribué à l'illustration du présent ouvrage en mettant leurs schémas techniques à la disposition des professionnels, via différents documents imprimés ou en ligne. Certaine illustrations n'auraient pu être produites sans les ressources diffusées de longue date par :

- Le CCCA-BTP, Comité de concertation et de coordination de l'apprentissage du BTP www.ccca-btp.fr
- Le CRDP Aquitaine et son CD ROM *Phidias*
- La FFB, Fédération française du bâtiment www.ffbatiment.fr
- Levac, accessoires de levage et de manutention www.levac.fr
- L'OPPBTP, l'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics www.oppbtp.com
- Peri France SAS, coffrages, échafaudages et ingénierie www.peri.fr
- Le Synad, syndicat professionnel spécialisé dans les adjuvants du béton, affilié à l'Unicem (Union nationale des carrières et matériaux de construction) pour son CD ROM de formation www.synad.fr

Patrick Machetto qui a enseigné la maçonnerie au lycée des métiers Tony Garnier, à Bron, avait apporté son concours à la première édition dont il avait revu le texte et les illustrations. Dans cette nouvelle édition, ce travail a été effectué par Marie-Alexandre Perraud, architecte et éditrice indépendante. L'auteur et l'éditeur les remercient l'un et l'autre pour leur précieuse contribution.

Table des matières

Le métier de maçon XV

CHAPITRE 1. Dossier de construction 1

1.1 Certificat d'urbanisme 1
1.1.1 Constitution du dossier 1
1.1.1.1 Dépôt du dossier 1
1.1.1.2 Délai d'instruction du dossier 1
1.1.2 Décision administrative 2
1.1.2.1 Réponse de la mairie 2
1.1.2.2 Durée de validité 2

1.2 Permis de construire 2
1.2.1 Travaux concernés 2
1.2.2 Documents à fournir 3
1.2.3 Dépôt du dossier 3
1.2.4 Délai d'instruction 3
1.2.5 Décision de la mairie 3

1.3 Déclaration d'ouverture de chantier 4
1.3.1 Délais à respecter pour commencer les travaux 4
1.3.2 Affichage sur le terrain 4

1.4 Surface de plancher d'une construction 5

Pour en savoir plus

Une autre conception du bâtiment 8
Des réglementations pour le neuf et l'existant 8
Exigences de la RT 2012 (bâtiment neuf) 8
Isolation performante 10
Qualité de l'étanchéité à l'air 16

Déclaration préalable 18

Notion d'emprise au sol 18

Viabiliser un terrain 19
Formalités en mairie 19
Raccordements 19

CHAPITRE 2. Implantation 25

2.1 Objectif et matériel 25

2.2 Réalisation d'une implantation 26

2.2.1 Principe général d'implantation 26
2.2.2 Procédés géométriques d'implantation 26
2.2.2.1 Tracé d'un équerrage 27
2.2.2.2 Tracé d'une parallèle 27
2.2.3 Mise en place des chaises 27

Pour en savoir plus

Détails sur les données nécessaires à l'implantation 30

Bases de l'implantation 32

Traçage de parallèles 32
Traçage d'un équerrage 33

Pose des jalons et chaises 34

Traçage 40

Rappels mathématiques : les angles 40
Théorème de Pythagore 41
Traçage d'un hexagone 42
Traçage d'un angle quelconque sur le chantier 42

CHAPITRE 3. Fondations 47

3.1 Rôle des fondations 47

3.2 Terrassement 48

3.3 Talus 49

3.4 Béton de propreté 50

3.5 Types de fondations 51

3.5.1 Notion de hors gel 51
3.5.2 Notion de bon sol 51
3.5.3 Fondations superficielles 52
3.5.3.1 Semelles 52
3.5.3.2 Radiers 55
3.5.4 Fondations semi-profondes et profondes 55
3.5.4.1 Puits 55
3.5.4.2 Pieux 56
3.5.4.3 Longrines 57

Pour en savoir plus

Choix de la technique de fondation 60

Types de fondations 60

Zonage sismique de la France 61

Niveau hors gel de la fondation 61

Fondations superficielles 63

- Semelles 63
- Radier 64
- Cuvelage 65

Fondations profondes 65

- Puits 65
- Pieux 66
- Micropieux 67
- Parois moulées 67
- Parois berlinoises 68
- Clous et tirants d'ancrage 69

Charges et résistance du sol 73

Calcul de la surface d'une fondation 76

- Charges 76
- Pression admissible au sol 76
- Calcul de la surface d'une fondation 76

Calcul de la hauteur d'une semelle 77

- Semelle non armée 77
- Semelle armée 77

Éléments associés au niveau bas d'une construction 79

CHAPITRE 4. Assainissement et canalisations 83

4.1 Types d'assainissement 83

- 4.1.1 Assainissement collectif 83
- 4.1.2 Assainissement individuel 84

4.2 Canalisations 84

- 4.2.1 Canalisations intérieures 85
- 4.2.2 Canalisations extérieures 86

4.3 Regards 87

4.4 Drainage et étanchéité 89
4.4.1 Drain 89
4.4.2 Enduit hydrofuge 91

Pour en savoir plus

Protection contre l'humidité 94
Coupure de capillarité 94
Mur de soubassement 94

Réseaux de viabilisation 95

Tout-à-l'égout : législation définissant les obligations 96

Canalisations intérieures 96
Assemblage par collage 97
Assemblage par joints 97
Remblaiement 97
Branchement 97

Assainissement non collectif (ANC) 98
Choix de l'installation 98
Dimensionnement 98
Fosse toutes eaux (FTE) 99
Filtre à sable vertical non drainé 101
Tranchées d'épandage à faible profondeur 102

CHAPITRE 5. Plancher 105

5.1 Étaiement 106

5.2 Dallage 107

5.3 Plancher semi-préfabriqué 109
5.3.1 Réalisation 111
5.3.2 Armature 113

5.4 Plancher dalle pleine 115

5.5 Prédalle 117
5.5.1 Levage 117
5.5.2 Stockage 117
5.5.3 Mise en œuvre 118

Pour en savoir plus

Planchers BA 123
Charges admises en fonction de l'épaisseur 123
Aspects de surface des bétons 123

Dallage sur terre-plein 124
Forme (hérisson) 124
Joints 125
Dallage porté 126

Plancher semi-préfabriqué 126
Trémie 126
Chevêtre en BA 126

Balcon 127

Plancher dalle pleine 127
Étaiement et coffrage 127

Prédalle BA et précontraintes 128
Plan de pose de prédalles 128
Étaiement 129
Armatures des prédalles 130

Prédalle alvéolée 131

Étaiement pour tous les types de planchers béton 134
Étais 134

Tours étais 136
Étais de maturation (séchage) 143

CHAPITRE 6. Chape 153

6.1 Préparation du support 155

6.2 Plots et chemins 156

6.3 Tirage 158

6.4 Talochage et finition 159

6.5 Pente 160
6.5.1 Détermination d'une pente 160
6.5.2 Plots pour une pente 160

CHAPITRE 7. Enduit traditionnel 165

7.1 Délais prescrits 165

7.2 Dosage 166

7.3 Méthode d'application 166

7.4 Arêtes et guides 168

7.5 Couches d'enduit 170

7.5.1 Corps d'enduit 170
7.5.2 Talochage 171
7.5.3 Finition 172

7.6 Fissures de l'enduit 173

7.6.1 Identification des fissures 173
7.6.2 Remèdes 174
7.6.2.1 Fissures dues à l'instabilité du bâtiment 174
7.6.2.2 Fissures infiltrantes 174
7.6.2.3 Fissures non infiltrantes 175

CHAPITRE 8. Appui de fenêtre et seuil de baie 177

8.1 Appui de fenêtre 177

8.1.1 Appui coulé en place 178
8.1.2 Pose d'un appui préfabriqué 182

8.2 Seuil de baie 183

CHAPITRE 9. Pignon 187

9.1 Généralités 187

9.2 Réalisation 188

CHAPITRE 10. Conduit et souche de cheminée 193

10.1 Généralités 193

10.2 Boisseau 194

10.2.1 Montage 194
10.2.2 Tracé 195
10.2.3 Conduit adossé ou accolé 195
10.2.4 Traversée des planchers 196

10.3 Souche 196

CHAPITRE 11. Escalier 199

11.1 Terminologie 199

11.2 Calcul des dimensions des marches 200

11.3 Traçage 200

11.4 Coffrage 201

11.4.1 Coffrage de la paillasse 201
11.4.2 Armature de la paillasse 202
11.4.3 Coffrage des contremarches 203

11.5 Coulage 204

Pour en savoir plus

Escalier balancé 207

CHAPITRE 12. Traitement des déchets 215

Pour en savoir plus

Extraits de la charte HQE-Chantier vert 217

Capacités et dimensions de diverses bennes 218

Ordre de grandeur de la production de déchets sur chantier 219

CHAPITRE 13. Planning 223

13.1 Intérêt de la planification 223

13.1.1 Acteurs du chantier et planification 223
13.1.2 Durée des tâches 223
13.1.3 Liaisons de tâches 224
13.1.4 Temps de travail 224

13.2 Types de plannings 224

13.2.1 Méthodologie 225
13.2.2 Terminologie 225
13.2.2.1 Temps unitaire 225
13.2.2.2 Cadence 225
13.2.2.3 Cycle 226
13.2.2.4 Taux horaire moyen 226
13.2.3 Avancement du chantier 226

13.3 Notions de temps 227
13.3.1 Moyens 227
13.3.2 Temps d'exécution 227
13.3.2.1 Temps utile 227
13.3.2.2 Temps unitaire (productif) 227
13.3.2.3 Rendement (R) 228
13.3.3 Temps total prévisionnel de main-d'œuvre 228
13.3.3.1 Composition des équipes 228
13.3.3.2 Exemples 228

CHAPITRE 14. Chef d'équipe 235

14.1 Savoir-être 235
14.1.1 Missions du responsable d'équipe 235
14.1.2 Missions du meneur d'hommes 236
14.1.3 Faire passer des messages clairs et constructifs 236
14.1.4 Expérimenter les difficultés à communiquer 237
14.1.5 Appréhender les différences de perception 237
14.1.6 Transmettre des directives 237
14.1.7 Créer et entretenir un bon climat dans l'équipe 238
14.1.8 Gérer une situation à risque 238
14.1.9 Savoir réprimander et féliciter 239

14.2 Savoir-faire 239

14.3 Problématiques rencontrées par le chef d'équipe 240

14.4 Organisation du poste de travail 242

CHAPITRE 15. Rapport d'activité pour le brevet professionnel 245

15.1 Présentation 245
15.1.1 Comment construire son rapport d'activité ? 245
15.1.2 Règlement de l'examen 246

15.2 Fiche d'activité 247
15.2.1 Attentes du jury 247
15.2.2 Pièges à éviter 247
15.2.3 Comment établir une fiche d'activité ? 248

15.3 Mode opératoire 248
15.3.1 Mode opératoire d'une maçonnerie de blocs sur RdC 250
15.3.2 Tableau récapitulatif d'un mode opératoire 250

15.4 Exemples de fiche d'activité 252
15.4.1 Réalisation des murs d'une maison individuelle de plain-pied 252
15.4.2 Réalisation d'un dallage 256

Le métier de maçon

Après le nivellement du terrain, le maçon est le premier à intervenir dans la construction d'un bâtiment : il élabore ou met en place les éléments porteurs d'une construction en respectant les plans. Il prépare et réalise les fondations, coule la dalle, monte les murs et les cloisons, pose les planchers, c'est ce que l'on appelle le gros œuvre.

Un rôle-clé

Le maçon est garant de la qualité de la structure et de l'enveloppe du bâtiment (en dehors des systèmes constructifs en bois). Du fait de ce rôle majeur dans la construction, il est presque toujours présent sur un chantier de construction, même en restauration de bâtiments anciens.

Des prestations variées

Selon les constructions, le maçon a l'occasion de manipuler du béton, des liants, des moellons, de la pierre, de la brique, du bois, des matériaux composites, des éléments préfabriqués (poutrelles, hourdis, prédalles, etc.). Il utilise des outils à main (truelle, fil à plomb, etc.) et de l'outillage mécanique (matériels électroportatifs, pneumatiques). Le maçon maîtrise la confection des préparations destinées au maintien des éléments structurels ou à la décoration de l'enveloppe du bâtiment (mortier, ciment, plâtre, résine, etc.) et réalise des enduits intérieurs et extérieurs. Dans certaines régions, le maçon peut être également charpentier et couvreur.

Des secteurs diversifiés

Un maçon peut être appelé sur des chantiers de construction, de rénovation, voire de démolition. Il peut être amené à construire des bâtiments traditionnels ou modernes : maison individuelle, immeuble collectif d'habitation, immeuble de bureaux, centres commerciaux, bâtiments industriels, etc. Il peut aussi participer à la restauration et à la réhabilitation de monuments historiques.

Un métier évolutif

La variété des chantiers permet de faire évoluer et de diversifier son savoir-faire. Le maçon qui le souhaite a souvent la possibilité de s'exercer à des techniques totalement différentes : construction traditionnelle, monomur, bétons spécifiques, assemblage d'éléments préfabriqués, isolation thermique par l'extérieur, etc. Un maçon peut également se spécialiser dans la performance énergétique des bâtiments et ainsi conseiller ses clients.

Condition et environnement de travail

Le maçon travaille la plupart du temps en extérieur, seul ou au sein d'équipes plus ou moins restreintes, et se déplace au rythme des chantiers. Lorsqu'il travaille sur un site occupé durant les travaux, que ce soit chez un particulier ou dans des lieux ouverts au public, il doit s'adapter à certaines contraintes : planifier parfaitement les travaux, sécuriser et baliser les lieux, limiter bruit et poussières, etc.

Qualités et aptitudes attendues

- Avoir le sens de l'espace et le goût de la géométrie.
- Aimer l'activité physique.
- Apprécier le travail en plein air.
- Être capable de rigueur et précision.
- Savoir s'organiser.

Perspectives professionnelles

- Possibilité de se spécialiser en construction de maisons neuves ou dans la restauration de bâtis anciens, ou encore d'exercer une activité de chapiste coffreur ou de préfabrication.
- Devenir chef d'équipe, après une expérience confirmée ou une formation.
- Exercer une fonction de bureau d'études après un complément de formation.
- Devenir chef d'entreprise maçon après quelques années d'expérience et une formation en gestion et pilotage d'entreprise.
- Exercer des métiers voisins comme carreleur ou plâtrier.

Les diplômes pour devenir maçon

- CAP Maçon / CAP Constructeur en béton armé du bâtiment (mention complémentaire Béton prêt à l'emploi)
- Brevet professionnel Maçon
- Brevet professionnel Construction en maçonnerie et béton armé
- Bac professionnel Technicien du bâtiment : organisation et réalisation du gros œuvre
- Bac professionnel Interventions sur le patrimoine bâti, option A-Maçonnerie

Autres bac pro proches de la maçonnerie :

- Bac professionnel Interventions sur le patrimoine bâti, option B-Charpente
- Bac professionnel Interventions sur le patrimoine bâti, option C-Couverture
- Bac professionnel Technicien d'études du bâtiment, option A-Études et économie
- Bac professionnel Technicien d'études du bâtiment, option B-Assistant en architecture

Après le baccalauréat

BTS Bâtiment

En formation professionnelle à l'AFPA (titres professionnels)

- 1er niveau de qualification
  Maçon / Maçon du bâti ancien / Coffreur bancheur, option bâtiment
- Niveau Bac
  - Chef d'équipe en maçonnerie générale / Chef d'équipe gros œuvre
  - Métreur en réhabilitation de l'habitat
  - Assistant chef de chantier gros œuvre
- Niveau Post Bac
  - Conducteur de travaux du bâtiment / Chef de chantier gros œuvre
  - Dessinateur projeteur en béton armé

Ces informations, réunies et rédigées par la CAPEB, figurent en ligne à l'adresse suivante :
www.artisans-du-batiment.com/macon

La CAPEB, Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment, est le syndicat patronal représentant l'artisanat du bâtiment. La CAPEB propose, à ses adhérents ainsi qu'à tous ceux qui souhaitent découvrir l'artisanat, des informations exhaustives sur les formations, les métiers et la réglementation, tant à l'échelon national que local.

CAPEB 2, rue Béranger 75140 Paris cedex 03 – Tél : 01 53 60 50 00 – Adresse électronique : capeb@capeb.fr

Chapitre 1
Dossier de construction

1.1 Certificat d'urbanisme

C'est un acte administratif qui indique l'état des règles d'urbanisme applicables pour un terrain donné. Il existe deux catégories de certificats d'urbanisme.

Leur délivrance n'est pas obligatoire, mais il est toutefois recommandé d'en faire la demande avant tout achat d'un bien immobilier.

Le **certificat d'urbanisme d'information** renseigne sur :

- le droit de l'urbanisme applicable à un terrain ;
- les limitations administratives au droit de propriété (servitudes d'utilité publique, droit de préemption, etc.) ;
- les taxes et participations d'urbanisme (raccordement à l'égout, voirie et réseaux).

Le **certificat d'urbanisme opérationnel** indique, en plus des informations fournies par le certificat d'information, si le terrain peut être utilisé pour la réalisation du projet de construction, et précise l'état des équipements publics existants ou prévus desservant le terrain.

1.1.1 Constitution du dossier

Quel que soit le type de certificat souhaité, la demande doit être effectuée au moyen du formulaire Cerfa 13410.

Ce formulaire doit être complété d'un dossier pour lequel les pièces à fournir sont limitativement énumérées sur la notice de demande de certificat d'urbanisme.

1.1.1.1 Dépôt du dossier

Le dossier doit être envoyé ou déposé à la mairie de la commune où se situe le terrain :

- en 2 exemplaires pour les demandes de certificat d'urbanisme d'information ;
- en 4 exemplaires pour les demandes de certificat d'urbanisme opérationnel.

1.1.1.2 Délai d'instruction du dossier

L'administration dispose d'un délai variable pour répondre à une demande de certificat d'urbanisme :

- 1 mois pour les demandes de certificat d'urbanisme d'information ;
- 2 mois pour les demandes de certificat d'urbanisme opérationnel.

1.1.2 Décision administrative

1.1.2.1 Réponse de la mairie

La décision de la mairie peut ne pas donner lieu à la délivrance d'une réponse écrite au terme du délai d'instruction. Cette absence de réponse au terme du délai d'instruction vaut délivrance d'un certificat tacite et fixe les dispositions d'urbanisme, les servitudes d'utilité publique et les taxes et participations d'urbanisme en vigueur au moment de l'instruction du dossier, et ce pendant un délai de 18 mois.

La mairie reste toutefois tenue de délivrer, même tardivement, une réponse écrite correspondant au type de certificat d'urbanisme demandé.

1.1.2.2 Durée de validité

La durée du certificat d'urbanisme (qu'il s'agisse d'un certificat d'urbanisme d'information ou d'un certificat d'urbanisme opérationnel) est de 18 mois à compter de sa délivrance.

La durée peut être prolongée d'une année aussi longtemps que les dispositions d'urbanisme, les servitudes d'utilité publique et les taxes et participations d'urbanisme applicables au terrain n'ont pas changé.

1.2 Permis de construire

Le permis de construire est un acte administratif qui donne les moyens à l'administration de vérifier qu'un projet de construction respecte bien les règles d'urbanisme en vigueur. Il est généralement exigé pour tous les travaux de grande importance.

1.2.1 Travaux concernés

Un permis de construire est notamment exigé dès lors que les travaux envisagés sur une construction existante :

- ont pour effet de créer une surface de plancher ou une emprise au sol supérieure à 20 m^2 ;
- ou ont pour effet de créer une surface de plancher ou une emprise au sol supérieure à 40 m^2 dans les zones urbaines couvertes par un plan local d'urbanisme (PLU) ou un document assimilé. Toutefois, entre 20 et 40 m^2 de surface de plancher ou d'emprise au sol, un permis de construire est obligatoire lorsque les extensions portent la surface totale de la construction au-delà de 150 m^2 (plafond modifié au 1er mars 2017) ;
- ou ont pour effet de modifier les structures porteuses ou la façade du bâtiment, lorsque ces travaux s'accompagnent d'un changement de destination (par exemple, transformation d'un local commercial en local d'habitation) ;
- ou portent sur un immeuble inscrit au titre des monuments historiques ou se situant dans un secteur sauvegardé.

Les constructions nouvelles exigent la délivrance d'un permis de construire, à l'exception de celles dispensées de toute formalité et de celles pour lesquelles une déclaration préalable est suffisante.

NOTA

Le recours à un architecte pour réaliser le projet de construction est obligatoire dès lors que la surface de plancher ou l'emprise au sol de la future construction dépasse 150 m^2.

L'intéressé doit déclarer le projet au moyen d'un formulaire Cerfa (différent selon le cas de figure : Cerfa 13406 ; 13409…).

1.2.2 Documents à fournir

Hormis les documents permettant de visualiser le projet (plan de situation, plan de masse, coupe, façades), la demande de permis de construire exige une attestation d'étude thermique réalisée par un BET (bureau d'études thermiques) et le formulaire attestant la prise en compte de la réglementation thermique en vigueur (RT 2012). Un document graphique permettant d'apprécier l'insertion du projet de construction dans son environnement est également demandé.

1.2.3 Dépôt du dossier

Le dossier doit être envoyé en 4 exemplaires par lettre recommandée avec avis de réception ou déposé à la mairie de la commune où est situé le terrain. Des exemplaires supplémentaires sont parfois nécessaires si les travaux ou aménagements sont situés dans un secteur protégé (monument historique, site, réserve naturelle, parc national, etc.).

La mairie délivre un récépissé comportant un numéro d'enregistrement qui mentionne la date à partir de laquelle les travaux pourront commencer en l'absence d'opposition du service instructeur.

1.2.4 Délai d'instruction

Le délai d'instruction est généralement :

- de 2 mois pour une maison individuelle et/ou ses annexes,
- de 3 mois dans les autres cas.

Un extrait de la demande de permis de construire fait l'objet d'un affichage en mairie dans les 8 jours qui suivent son dépôt et reste affiché tout le temps de l'instruction du dossier, c'est-à-dire pendant au moins 2 ou 3 mois.

1.2.5 Décision de la mairie

En cas d'**acceptation**, la décision de la mairie prend la forme d'un arrêté municipal. Cette décision est adressée à l'intéressé par lettre recommandée avec avis de réception ou par courrier électronique.

En cas de **refus**, le demandeur a la possibilité de demander à la mairie de revoir sa position. Cette demande s'effectue dans les 2 mois suivant le refus par lettre recommandée avec avis de réception.

Si cette tentative échoue, le demandeur dispose alors de 2 mois à compter de la date de la notification de la décision de refus pour saisir le tribunal administratif par lettre recommandée avec avis de réception.

Le demandeur doit exposer clairement les raisons qui lui permettent de justifier son droit à l'obtention d'un permis de construire.

En l'**absence de réponse écrite** au terme du délai d'instruction indique, en principe, que la mairie ne s'oppose pas au projet tel qu'il est décrit dans la demande de permis de construire. L'intéressé a tout de même intérêt à demander à la mairie un certificat attestant de son absence d'opposition à la réalisation du projet.

1.3 Déclaration d'ouverture de chantier

La déclaration d'ouverture de chantier est un document qui permet de signaler à l'administration le commencement de ses travaux. Elle est obligatoirement effectuée dès l'ouverture du chantier.

L'ouverture de chantier se caractérise par :

- l'installation de palissades autour du chantier ;
- l'arrivée du matériel ;
- les premiers travaux de terrassement.

Le chantier débute au stade des travaux préparatoires, dès lors qu'ils présentent une certaine importance. La déclaration peut être effectuée soit en ligne soit sur formulaire Cerfa.

1.3.1 Délais à respecter pour commencer les travaux

Les travaux doivent impérativement être commencés dans un délai de 2 ans suivant l'obtention de l'autorisation d'urbanisme.

Une fois que les travaux ont commencé, ils ne doivent pas être interrompus pendant plus de 1 an.

Ils peuvent être échelonnés à condition que chaque interruption soit inférieure à 1 an et que les travaux exécutés d'une année sur l'autre soient suffisamment importants et significatifs.

Si ces délais ne sont pas respectés, l'autorisation d'urbanisme accordée n'est en principe plus valable.

1.3.2 Affichage sur le terrain

Le bénéficiaire de l'autorisation d'urbanisme doit afficher sur son terrain un extrait de cette autorisation dès réception de la notification de l'arrêté ou dès la date à laquelle le permis tacite ou la décision de non-opposition à la déclaration préalable est acquis, et pendant toute la durée du chantier.

Cet affichage prend la forme d'un panneau rectangulaire dont les dimensions doivent être supérieures à 80 cm.

Le panneau doit être installé de telle sorte que les renseignements qu'il contient soient lisibles depuis la voie publique. Il doit mentionner :

- le nom du bénéficiaire et sa raison sociale ;
- le nom de l'architecte le cas échéant ;
- la date de délivrance et le numéro du permis ;
- la nature du projet ;
- la superficie du terrain ;
- le cas échéant la surface de plancher et l'éventuelle surface à démolir ;
- la hauteur de la construction ;
- la formule attestant du droit de recours des tiers ;
- l'adresse de la mairie où le dossier peut être consulté.

Il doit également indiquer, en fonction de la nature du projet :

- si le projet prévoit des constructions : la surface du plancher ainsi que la hauteur de la ou des constructions, exprimée en mètres par rapport au sol naturel ;
- si le projet porte sur un lotissement : le nombre maximum de lots prévus ;

- si le projet porte sur un terrain de camping ou un parc résidentiel de loisirs : le nombre total d'emplacements et, s'il y a lieu, le nombre d'emplacements réservés à des habitations légères de loisirs ;
- si le projet prévoit des démolitions : la surface du ou des bâtiments à démolir. L'absence de cette formalité d'affichage peut entraîner des sanctions pénales.

1.4 Surface de plancher d'une construction

Depuis 2012 les notions de SHOB (surface hors œuvre brute) et SHON (surface hors œuvre nette) ont disparu au profit de la surface de plancher unique.

« La surface de plancher de la construction est égale à la somme des surfaces de plancher de chaque niveau clos et couvert, calculée à partir du nu intérieur des façades après déduction :

- des surfaces correspondant à l'épaisseur des murs entourant les embrasures des portes et fenêtres donnant sur l'extérieur ;
- des vides et trémies qui se rattachent aux escaliers et ascenseurs ;
- des surfaces de plancher d'une hauteur sous plafond inférieure ou égale à 1,80 m ;
- des surfaces de plancher aménagées en vue du stationnement des véhicules motorisés ou non, y compris les rampes d'accès et les aires de manœuvres ;
- des surfaces de plancher des combles non aménageables pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial ;
- des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ou d'un immeuble autre qu'une maison individuelle, y compris les locaux de stockage des déchets ;
- des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune ;

- d'une surface égale à 10 % des surfaces de plancher affectées à l'habitation telles qu'elles résultent s'il y a lieu de l'application des points précédents, dès lors que les logements sont desservis par des parties communes intérieures. »[1]

Les surfaces telles que les balcons, toitures-terrasses ou loggias n'étant pas closes et couvertes, elles ne sont pas prises en compte pour le calcul de la surface de plancher.

La différence essentielle avec les SHOB et SHON réside dans le calcul effectué à partir du nu intérieur des murs, c'est-à-dire sans prendre en compte l'épaisseur de ces murs. Cette mesure permet de ne pas défavoriser, à la fois en termes de surface constructible et de taxes, les constructions présentant des murs épais ; avec pour objectif d'encourager l'efficacité thermique des bâtiments, en particulier par une épaisseur d'isolant conséquente.

Le calcul de la surface taxable (imposition) se fait sur la même base que pour la surface de plancher mais en déduisant seulement les vides et trémies et les surfaces de plancher sous une hauteur de plafond inférieure ou égale à 1,80 m.

1 Article R. 112-2 du code de l'urbanisme.

Exercice

Le dossier de construction

Questions

1. Quel est le nom du certificat indiquant les règles de viabilité d'un terrain ? (Entourer la bonne réponse.)

a. Certificat d'urbanisme *b. Permis de construire* *c. Certificat d'aptitude*

2. À partir de quelle surface au sol est-on soumis au permis de construire ? (Entourer la bonne réponse.)

a. 10 m² *b. 20 m²* *c. 40 m²* *d. 150 m²*

3. À partir de quelle surface au sol est-on obligé de passer par un architecte ? (Entourer la bonne réponse.)

a. > 100 m² *b. > 130 m²* *c. > 150 m²*

4. Que doit-on prendre en compte pour obtenir le permis de construire ? (Entourer la bonne réponse.)

a. La réglementation thermique *b. L'étude béton* *c. L'étude sanitaire*

Réponses

1. a. Certificat d'urbanisme

2. b. 20 m²

3. c. 150 m²

4. a. La réglementation thermique

POUR EN SAVOIR PLUS

Une autre conception du bâtiment

Des réglementations pour le neuf et l'existant

Réglementation thermique des constructions neuves (RT 2012)

La réglementation thermique RT 2012, fait suite à d'autres RT moins contraignantes. La RT 2012 modifie l'ensemble de la conception du bâtiment, pas seulement le système constructif. Dans un souci de conception bioclimatique en particulier, de confort des utilisateurs et d'économies d'énergie, il faut :

- prendre en compte les caractéristiques du terrain (exposition aux aléas climatiques, orientation solaire, environnement, exposition au bruit…) ;
- bien réfléchir à l'implantation du bâtiment (orientation des façades, forme du bâtiment, végétation, percement des façades…) ;
- penser à optimiser l'organisation intérieure du bâtiment (éclairage naturel, regroupement des locaux techniques, étanchéité à l'air…).

Réglementation des bâtiments existants (RT Existant)

À l'occasion de travaux de rénovation, de remplacement ou d'installation dans un bâtiment existant, les objectifs généraux sont :

- améliorer la performance énergétique d'un bâtiment ;
- limiter l'utilisation de la climatisation tout en maintenant le niveau de confort en été ;
- ne pas dégrader le bâti.

Les huit points essentiels des objectifs généraux, sur lesquels portent des exigences, sont :

- l'isolation des parois opaques ;
- l'isolation des parois vitrées ;
- le chauffage ;
- l'eau chaude sanitaire ;
- le refroidissement ;
- la ventilation mécanique ;
- l'éclairage ;
- les énergies renouvelables.

Exigences de la RT 2012 (bâtiment neuf)

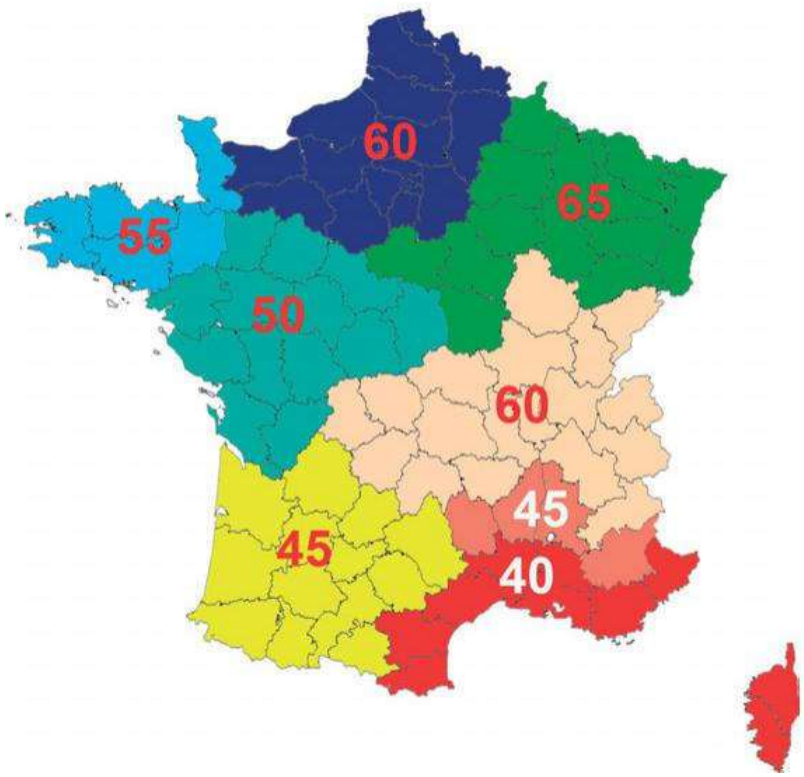
La RT 2012 valorise fortement la conception bioclimatique. Celle-ci doit permettre d'atteindre des objectifs concernant cinq usages : le chauffage, l'éclairage, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et la climatisation.

La conception du bâtiment conformément aux notions bioclimatiques (capter le maximum de calories en hiver tout en se protégeant du fort soleil d'été, se protéger des vents dominants…), la performance de l'isolation thermique et l'efficacité de l'étanchéité à l'air sont les points centraux pour atteindre les exigences réglementaires.

Obligations de résultat

Pour réussir un projet de construction basse consommation aujourd'hui, il est nécessaire de respecter à la fois les trois exigences de moyens et les trois exigences de résultats qu'impose la RT 2012 :

- la CEP, ou consommation en énergie primaire : c'est la consommation réelle en énergie (comprenant les pertes de production, de transport et de transformation d'énergie) pour obtenir l'énergie finale (celle qu'on peut utiliser). Cela comprend le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, le refroidissement, l'éclairage et les auxiliaires (ventilateurs, pompes). Pour respecter la RT 2012, la consommation d'énergie primaire maximum (CEPMax) doit être inférieure à 50 kWh/m^2/an (en moyenne), ce qui correspond à environ 300 €/an de consommation énergétique ;
- le BBio, ou besoin climatique : ce coefficient caractérise les besoins en énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel d'un bâtiment donné. Ce coefficient est indépendant des systèmes énergétiques, cela signifie qu'il est basé sur une conception et une mise en œuvre permettant de réduire le besoin en énergie (orienter les baies vitrées au sud, disposer de fenêtres à double vitrage, isoler efficacement, protéger du soleil d'été, bénéficier de suffisamment de lumière naturelle, etc.). Le BBio calculé pour le bâtiment doit être inférieur au BBioMax, qui lui-même dépend de facteurs tels que la typologie du bâtiment, sa localisation géographique et son altitude ;
- la Tic, ou température intérieure conventionnelle : c'est la température maximale atteinte au cours d'une période de forte chaleur. Cela donne un indice du confort en été. La Tic du bâtiment ne doit pas dépasser, sur une période estivale de 5 jours très chauds consécutifs, la température intérieure conventionnelle maximale de référence (Tic-ref) définie pour la zone climatique où se situe le projet de construction.



Carte de France des exigences du CEPMax par zone climatique

Conséquence majeure de la RT 2012 : une enveloppe performante été comme hiver

Pour atteindre l'objectif de basse consommation énergétique, une conception bioclimatique du bâtiment est donc nécessaire afin de créer une enveloppe performante tant en hiver qu'en été. Le choix du système constructif revêt une importance capitale et y associer des solutions d'isolation complètes et adaptées devra permettre d'assurer le confort thermique été comme hiver, une excellente étanchéité à l'air et un traitement efficace des ponts thermiques.

Ces deux derniers points sont d'ailleurs cruciaux dans les exigences de moyens définies par la RT 2012.

Les autres exigences de moyens sont :

- produire de l'eau chaude sanitaire à partir d'une énergie renouvelable ;
- installer un système permettant de mesurer la consommation d'énergie des logements ;
- favoriser l'éclairage naturel grâce à une surface totale des baies vitrées supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable.

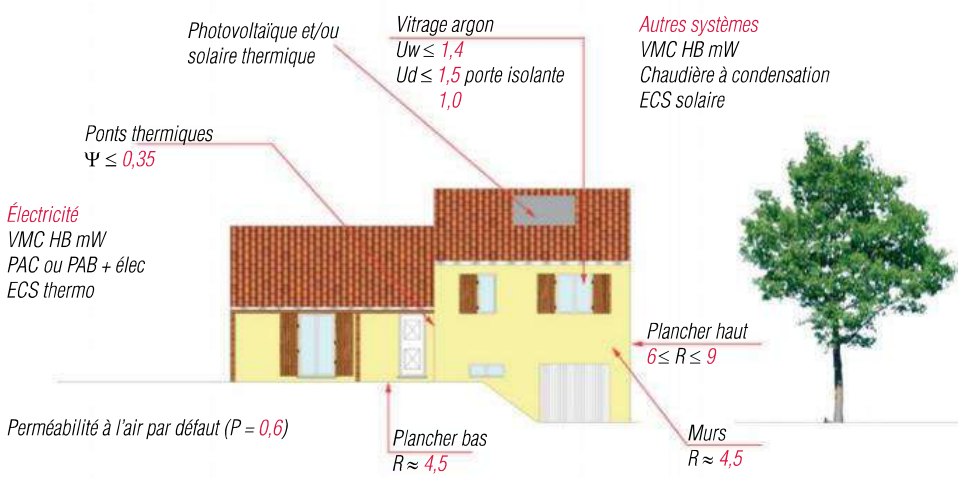
La ventilation maîtrisée est un autre volet stratégique permettant de mettre en œuvre une isolation performante, car les déperditions liées au renouvellement d'air peuvent représenter de 15 à 20 % des déperditions totales d'un logement.

Isolation performante

La logique de conception du bâtiment doit permettre de répondre à l'exigence de confort d'été : assurer un bon niveau de confort sans recourir à un système actif de refroidissement.

La toiture représente la paroi la plus exposée à la chaleur solaire au cours d'une journée et peut être, à ce titre, un véritable frein au confort d'été. L'isolation thermique des combles doit donc être performante et efficace et avoir un coefficient de déperdition maximal Up de 0,14 W/(m^2.K).

L'isolation thermique des murs et des sols doit avoir un coefficient de déperdition maximal Up de 0,2 W/(m^2.K). Le traitement solaire des baies et ouvertures est aussi primordial, car, non protégées, elles peuvent être très pénalisantes, voire compromettre le confort d'été (on peut prévoir en outre des vitrages à l'isolation renforcée).



Indications relatives à l'isolation et aux installations techniques

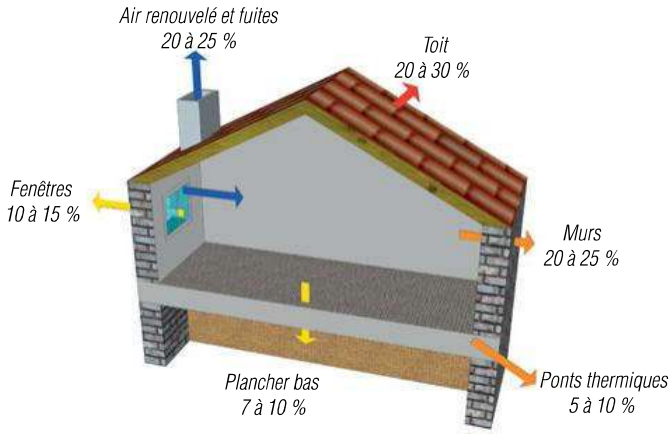
Déperditions thermiques d'un bâtiment

Dans un bâtiment, on identifie au moins quatre causes de déperditions d'énergie sous forme de chaleur pendant les périodes de chauffage (sans parler, à ce stade, des pertes dues aux performances du système de chauffage).

Les déperditions thermiques sont dues :

- au renouvellement d'air ;
- à la conduction thermique à travers les parois opaques (murs, toit, sol, portes) ;
- à la conduction à travers les parois vitrées (fenêtres et portes-fenêtres) ;
- à la conduction à travers les structures du bâti (ponts thermiques).

Réduire les déperditions, c'est réduire la quantité d'énergie nécessaire pour un même service.

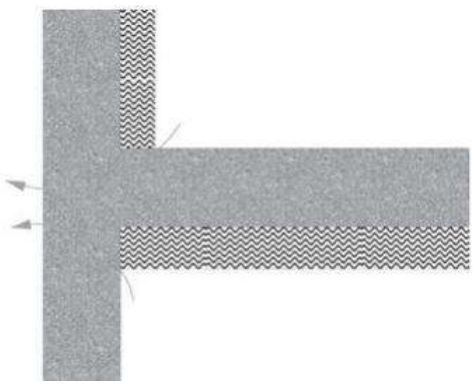


Déperditions moyennes

Ponts thermiques Ψ (Psi)

Le pont thermique est un point de la paroi d'un bâtiment où l'isolation thermique est interrompue, ce qui provoque des pertes de chaleur.

Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique. Le pont thermique peut être dû à une modification de la géométrie de l'enveloppe, à un changement de matériau ou encore à une modification de la résistance thermique (épaisseur moindre d'isolant). Il a souvent lieu à la jonction de deux parois.



Exemple de pont thermique dalle-mur

On se doit d'y apporter une attention toute particulière en choisissant des procédés de construction adaptés et des composants performants (rupteurs de ponts thermiques, planelles isolantes, continuité de l'isolation sur l'ensemble de l'enveloppe, etc.).

En effet, les ponts thermiques constituent des zones de forte déperdition thermique (dans les logements actuels, environ 10 % des déperditions d'une maison) et l'humidité peut s'y condenser.

Si le phénomène ne peut être entièrement supprimé, il faut s'assurer cependant de le limiter en améliorant la façon de bâtir. Par exemple, l'isolation par l'extérieur réduit fortement ces ponts thermiques, mais il reste le problème des balcons et parties saillantes. Pour corriger ce point précis, l'utilisation de rupteurs thermiques peut être la solution, mais uniquement pour les constructions neuves. Le surcoût de ces rupteurs thermiques est relativement amorti par les économies d'énergie réalisées pendant une dizaine d'années.

Sur plancher bas, ce sont les isolants qui réduiront les ponts thermiques.

Augmentation des apports de chaleur naturels + réduction des déperditions
= Réduction de la consommation d'énergie

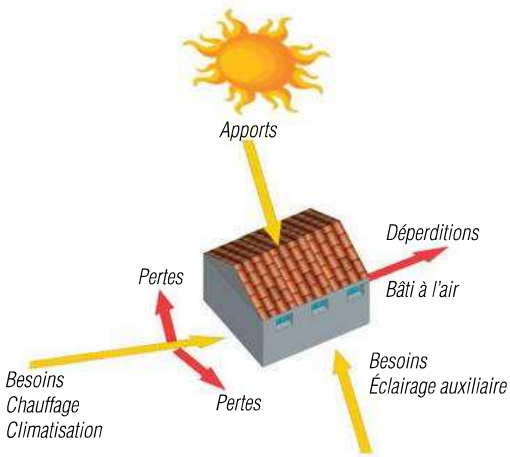


Schéma de principe des apports et déperditions dans un bâtiment

Matériaux et transfert de chaleur : conductivité thermique (λ)

Le coefficient de conductivité thermique d'un matériau λ (lambda), c'est la quantité de chaleur traversant en une seconde un matériau de 1 m d'épaisseur et d'une surface de 1 m^2.

Plus la conductivité est basse, plus le matériau est isolant. Ce coefficient est fourni par le fabricant du matériau isolant. Cette valeur sert à calculer la résistance thermique d'une paroi.

Conductivité thermique indicative des composants habituels des murs

Matériaux de construction	λ (lambda)	Isolants manufacturés	λ (lambda)
Bloc béton	0,90	Polystyrène expansé	0,038
Brique pleine (terre cuite)	0,64	Laine de bois	0,042
Béton cellulaire	0,22	Laine de verre	0,041
Brique creuse standard	0,45	Laine de roche	0,041

Matériaux de construction	λ (lambda)	Isolants manufacturés	λ (lambda)
Brique monomur	0,12	Ouate de cellulose	0,043
Pierre calcaire	2,40	Panneau de bois	0,05
Béton banché	1,75	Liège expansé	0,049
Bois lourd	0,23	Laine de mouton	0,06
Bois léger	0,12	Lame d'air	0,222
Plâtre	0,32		
Enduit extérieur	1,15		

Pouvoir isolant du matériau : résistance thermique (R)

À l'inverse de la conductivité, la résistance thermique R (en m^2K/W) représente la résistance du matériau au passage de la chaleur. Plus R est grand, plus le matériau est apte à résister au transfert de chaleur. La résistance thermique d'un matériau se calcule à l'aide de la formule suivante :

R = épaisseur du matériau en m / λ (lambda)

Par exemple, le R d'un bloc béton de 20 cm est de : 0,20 / 0,90 = 0,222 m^2K/W.

Les échanges thermiques à travers une paroi sont freinés par la résistance thermique superficielle : avant de traverser une paroi, la chaleur est en contact avec la surface intérieure de celle-ci, puis elle doit être évacuée une fois atteinte la face extérieure. Cette transmission de la chaleur de l'air ambiant à une paroi (et vice versa d'une paroi vers l'air extérieur ou intérieur) se fait à la fois par rayonnement et par convection.

Rsi représente la résistance thermique d'échange d'une surface intérieure (en m^2K/W).

Rse représente la résistance thermique d'échange d'une surface extérieure (en m^2K/W).

Valeurs principales des résistances superficielles (en m^2K/W) pour une paroi en contact avec l'extérieur

Type de paroi	Rsi	Rse
Paroi verticale	0,13	0,04
Paroi horizontale avec flux de chaleur vers le haut (toiture-terrasse)	0,10	0,04
Paroi horizontale avec flux de chaleur vers le bas (plancher bas)	0,17	0,04

Résistance thermique totale d'une paroi (Rt)

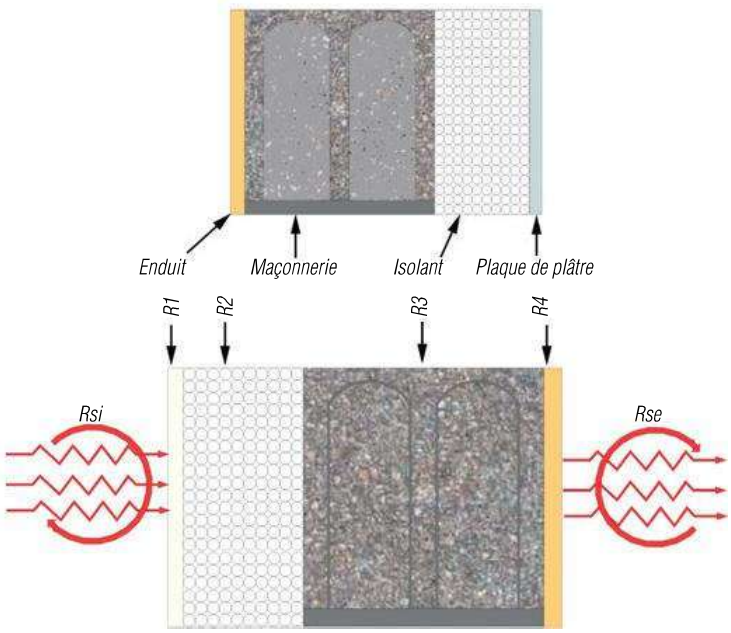
Une paroi est généralement constituée de plusieurs matériaux superposés (par exemple : enduit extérieur + blocs béton + isolant + plaque de plâtre). La résistance totale de la paroi (Rt, en m^2K/W) est la somme des résistances de l'ensemble de ces matériaux.

La chaleur va devoir :

- arriver jusqu'à la paroi (par convection et par rayonnement) ;
- traverser les différentes couches de matériaux constituant la paroi (par conduction) ;
- en cas de lame d'air, traverser des couches d'air éventuelles (par convection et par rayonnement) ;
- sortir de la paroi (par convection et par rayonnement).

Rt (résistance thermique totale de la paroi au transfert de chaleur) est égale à la somme des résistances thermiques de l'ensemble des couches de matériaux + la résistance thermique d'échange d'une surface :

$$Rt = Rsi + R1 + R2 + R3 + R4 + Rse$$



Dans notre exemple Rt se calcule ainsi :

Rsi : résistance thermique d'échange d'une surface intérieure = 0,13

R1 : résistance du matériau 1 au transfert de chaleur :

Enduit (2 cm) : 0,02/1,15 = 0,017

R2 : résistance du matériau 2 au transfert de chaleur

Bloc béton de 20 cm : 0,20/0,90 = 0,222

R3 : résistance du matériau 3 au transfert de chaleur

Laine de roche de 10 cm : 0,10/0,041 = 2,44

R4 : résistance du matériau 4 au transfert de chaleur

Plâtre BA 13 : 0,013/0,32 = 0,04

Rse : résistance thermique d'échange d'une surface extérieure = 0,04

Rt (total pour la paroi) = 2,849 m^2K/W

Coefficient de transmission thermique (U)

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi (en W/m^2K) est la quantité de chaleur traversant cette paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de la paroi.

Le coefficient de transmission thermique est l'inverse de la résistance thermique totale (Rt) de la paroi :

$$U = 1/Rt$$

Propriétés d'isolation thermique

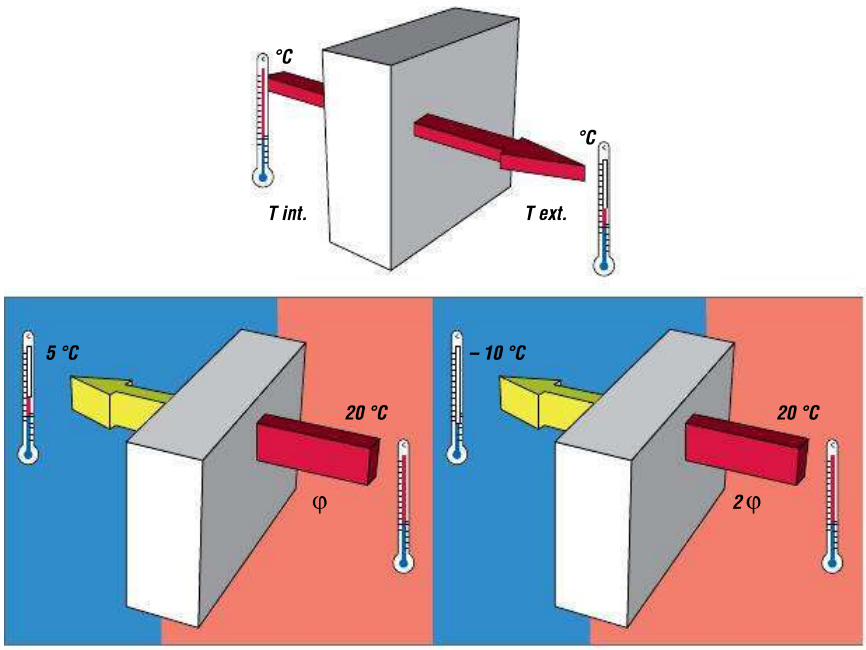
La norme NF P 75-101 relatives aux isolants thermiques destinés aux bâtiments indique que l'appellation « isolant thermique » est réservée aux produits dont :

$$R \geq 0{,}5\ m^2.K/W \text{ et } \lambda \leq 0{,}065\ W/(m.K)$$

Notion de flux déperditif de chaleur au travers d'une paroi

Les transferts de chaleur, c'est-à-dire les échanges de calories, se font naturellement d'un milieu chaud vers un milieu froid.

Le flux de chaleur par unité de surface à travers une paroi (φ, phi) s'exprime en W/m^2. Il caractérise l'écoulement d'énergie par unité de temps et de surface.



Principe du flux de chaleur φ

$$\varphi\ (W/m^2) = \frac{\text{Temp. intérieure} - \text{Temp. extérieure (K)}}{\text{R paroi } (m^2.K/W)}$$

NOTA

La formule est donnée en degrés Kelvin (K) mais une différence entre des températures intérieure et extérieure en Kelvin sera la même qu'en Celsius, donc le calcul peut se faire en Celsius.

Exemple

Rt = 2,889 ; température extérieure : – 5 °C ; température intérieure : 20 °C

$$\varphi = 15/2{,}889 = 5{,}19\ W/m^2$$

Dans les mêmes conditions avec un Rt de 4 :

$$\varphi = 15/4 = 3{,}50\ W/m^2$$

Dans les mêmes conditions avec le même mur non isolé, soit Rt = 0,449 :

$$\varphi = 15/0{,}449 = 33{,}40\ W/m^2$$

Qualité de l'étanchéité à l'air

Les raisons d'une bonne étanchéité à l'air sont :

- limiter les sensations d'inconfort par courants d'air ;
- réduire la facture énergétique : une enveloppe de bâtiment non étanche à l'air peut signifier une augmentation de consommation énergétique de l'ordre de 10 à 20 % ;
- permettre le bon fonctionnement du système de ventilation : s'il y a des défauts de réalisation de l'étanchéité à l'air des parois, le fonctionnement des appareils de ventilation peut se trouver perturbé par des flux d'air parasites ;
- permettre une meilleure isolation acoustique.

La qualité de l'air intérieur est quant à elle essentiellement liée à la ventilation naturelle ou mécanique mise en œuvre dans le bâtiment.

La performance d'étanchéité à l'air, notée Q4Pa-surf et évaluée en mettant la maison ou le bâtiment en dépression ou en surpression sous 50 pascals (le débit des fuites).

Le niveau d'étanchéité à l'air du bâti est un indicateur de la performance énergétique. Pour que la construction soit conforme à la RT 2012, cette performance doit être inférieure à 0,6 $m^3/h.m^2$ en maison individuelle neuve et à 1 $m^3/h.m^2$ en logements collectifs neufs.

La mesure de la perméabilité à l'air d'une maison se fait selon la norme EN 13829 pour l'enveloppe :

$$\text{Q4Pa-surf } (m^3/(h.m^2)) = \frac{\text{débit des fuites à la pression différentielle de 4 Pa } (m^3/h)}{\text{surface de parois froides hors plancher bas } (m^3/(h.m^2))}$$

La mesure de l'étanchéité à l'air est obligatoire à la réception du chantier et n'est valide, dans le cadre de la RT 2012, que si elle est effectuée par un opérateur autorisé par le ministère en charge de la construction.

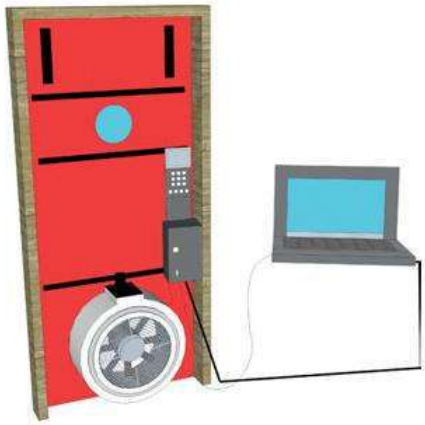
La performance d'étanchéité à l'air à atteindre doit être prise en compte à la conception mais aussi dans l'organisation du chantier : cette dernière doit assurer une bonne interface entre tous les intervenants pour obtenir une mise en œuvre de qualité, garante de l'étanchéité à l'air donc de la performance énergétique globale du projet.

Afin d'anticiper au mieux cette étape de contrôle, il est quasi obligatoire d'effectuer un test d'étanchéité en cours de chantier afin de corriger tout défaut de mise en œuvre et de s'assurer, avant la mesure officielle, que le niveau de performance exigé est atteint. En effet, les interventions correctives sur des ouvrages à la fin du chantier s'avèrent généralement plus complexes et coûteuses.

Procédé de la porte soufflante

Pour effectuer la mesure de l'étanchéité à l'air, on utilise une « porte soufflante » grâce à laquelle le différentiel de pression est créé entre l'intérieur et l'extérieur de la construction.

Pendant le test, toutes les fenêtres et portes extérieures doivent être fermées, les ouvertures diverses (comme les bouches de VMC) sont également obstruées. À l'intérieur, toutes les portes sont, à l'inverse, grandes ouvertes. Grâce à cette configuration et à la différence de pression établie, on peut mesurer les infiltrations d'air parasites, c'est-à-dire indésirables dans la construction (en dehors des ouvertures prévues comme la ventilation).



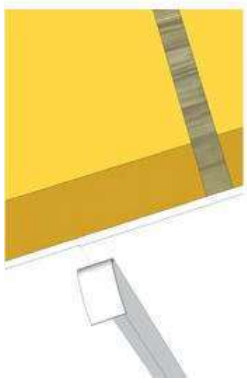
Localisation des principales infiltrations d'air

Les points singuliers à traiter avec soin sont :

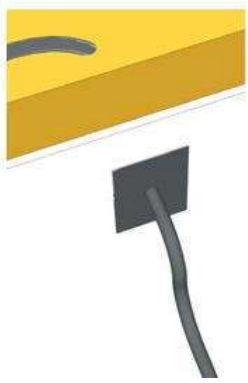
- les châssis de fenêtres et portes ;
- la jonction menuiserie/mur courant ;
- les raccords entre les éléments de construction ;
- la jonction façade/toiture ;
- la jonction façade/plancher ;
- les passages de conduites ;
- les caissons de volets roulants.

Traiter les points singuliers

Pour traiter ces points particuliers, il existe des remèdes ayant été validés par des avis techniques, tels que films, divers adhésifs, œillets, mastics, etc. Ils ont été évalués par le CSTB pour garantir la validité de leurs domaines d'emploi et la pérennité de leurs performances dans le temps. Leur mise en œuvre a été éprouvée et validée.

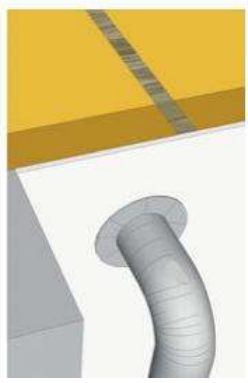


L'adhésif assure l'étanchéité aux joints des lés.



Les œillets adhésifs se positionnent au passage des gaines électrique.

Un joint de mastic s'applique en périphérie.



Un adhésif assure l'étanchéité au passage des conduits de gros diamètre.

Traitement des points singuliers

Déclaration préalable

Si les travaux n'exigent pas un permis de construire, ils peuvent néanmoins être soumis à une déclaration préalable de travaux (DT), c'est notamment le cas pour une construction ou une extension comprise entre 5 et 20 m² de surface de plancher ou d'emprise au sol, ou encore la construction d'un mur d'une hauteur au-dessus du sol supérieure ou égale à 2 m.

Les travaux non soumis à déclaration d'urbanisme (PC ou DT) peuvent de fait être réalisés en toute liberté.

Notion d'emprise au sol

Pour savoir à quelles démarches administratives un projet de construction sera soumis, depuis le 1er mars 2012, il est nécessaire de prendre en compte deux notions : la surface de plancher décrite précédemment et l'emprise au sol.

Puisque la surface de plancher inclut uniquement les surfaces closes et couvertes, le législateur a en effet ajouté la condition d'emprise au sol de la construction afin de conserver un regard administratif sur certaines constructions n'entrant pas dans la définition de la surface de plancher.

Par exemple, un abri à voitures ouvert qui, jusqu'en 2012, créait de la SHOB et entrait donc en considération pour le recours au permis de construire ou à la déclaration préalable de travaux serait depuis totalement exonéré d'autorisation administrative. La prise en compte de l'emprise au sol de la construction permet donc à l'administration de conserver sa capacité d'autorisation ou d'interdiction pour ce type de constructions.

Définition

La notion d'emprise au sol, qui ne faisait l'objet d'aucune définition réglementaire, est désormais définie à l'article R. 420-1 du Code de l'urbanisme comme la « projection verticale du volume de la construction, tous débords et surplombs inclus. Toutefois, les ornements tels que les éléments de modénature et les marquises sont exclus, ainsi que les débords de toiture lorsqu'ils ne sont pas soutenus par des poteaux ou des encorbellements ».

Cette définition vaut pour les dispositions du Code de l'urbanisme relatives au champ d'application des permis et déclarations préalables. Elle est utilisée en complément de la surface de plancher pour déterminer si un projet de construction requiert une déclaration préalable ou un permis de construire. Elle sert également pour apprécier si un projet de construction soumis à permis de construire peut être dispensé de l'obligation de recourir à un architecte (art. R. 431-2).

Elle permet, enfin, comme on l'a dit plus haut, de contrôler les constructions et travaux qui n'ont pas pour effet de créer de la surface de plancher mais qui occupent néanmoins le sol (constructions non closes telles que les hangars ou les constructions dédiées au stationnement).

Dans le cas général, un projet sera soumis à permis de construire dès lors que son emprise au sol ou sa surface de plancher est supérieure à 20 m² (il suffit que l'une des deux valeurs soit supérieure à 20 m²).

Exemple

On souhaite construire un atelier ou un garage indépendant d'une maison. Les dimensions extérieures de cet atelier sont de 6 × 3,80 m, l'épaisseur des murs est de 20 cm. Les dimensions intérieures sont donc de 5,60 × 3,40 m, la surface de plancher est donc de 19,04 m².

On admet qu'il n'y a pas de débords de toit ou autres surplombs, donc l'emprise au sol est de 22,80 m² (6 × 3,80 m).

Dans ce cas de figure, un permis de construire doit être déposé : les deux critères étant cumulatifs et l'emprise au sol étant supérieure à 20 m².

Si cette construction est dépendante de la maison existante, le projet est alors considéré comme travaux sur l'existant. Dans le cas d'un terrain situé en zone urbaine régie par un PLU (ou autre règlement), le seuil du permis de construire est alors de

40 m^2, sauf si l'ensemble existant et projet dépasse le seuil de recours obligatoire à un architecte (150 m^2). Dans ce cas, le permis de construire reste obligatoire entre 20 et 40 m^2 de surface de plancher ou d'emprise au sol créée.

Viabiliser un terrain

On entend par viabilisation l'ensemble des raccordements d'un terrain aux différents réseaux (eau, électricité, gaz, télécoms et assainissement). En fonction de la situation du terrain, les travaux peuvent être plus ou moins importants.

Formalités en mairie

Le plan local d'urbanisme peut être consulté dans la mairie de la commune sur laquelle est situé le terrain. Ce document indique si le terrain se situe bien en zone constructible. Si ce n'est pas le cas, toute demande ultérieure concernant la viabilisation sera refusée par l'administration. Si le terrain est en zone constructible il faut, avant toute démarche de travaux, demander un certificat d'urbanisme qui va préciser les modalités de viabilisation du terrain et indiquer si le terrain peut bien être utilisé pour la réalisation des travaux envisagés. Certaines informations vont, en particulier, permettre d'effectuer une première évaluation des coûts des travaux :

- le certificat informe sur les différents équipements publics situés à proximité du terrain. Un terrain très éloigné des installations publiques entraînera des frais de viabilisation plus importants ;
- le certificat précise les différentes taxes et les participations d'urbanisme applicables aux travaux, telles que la taxe locale d'équipement (TLE) ou la préparation au raccordement égout (PRE), par exemple.

De l'ensemble de ces informations découle une première estimation globale des frais engendrés par la viabilisation. Il convient ensuite de s'adresser aux professionnels compétents pour obtenir une évaluation précise des sommes.

Raccordements

Le raccordement à chacun des réseaux nécessite des démarches auprès des interlocuteurs compétents. Pour chaque type de travaux, un devis doit être demandé au professionnel. La réalisation des travaux peut parfois être conditionnée à l'accomplissement de certaines formalités auprès de la mairie.

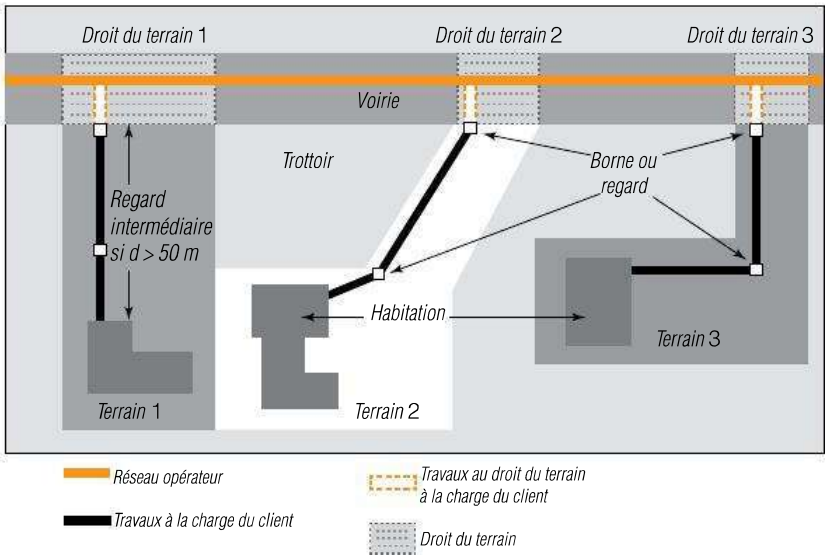
On distingue les démarches à effectuer pour le raccordement :

- à l'eau ;
- à l'électricité ;
- au gaz ;
- au réseau télécoms ;
- au tout-à-l'égout.

Les délais de raccordement sont variables. Il faut généralement compter 2 ou 3 mois.

Les services municipaux peuvent renseigner sur les démarches à suivre, notamment communiquer la liste des documents administratifs à fournir (plan de situation de la commune, etc.) pour formuler les demandes de raccordement.

Tout raccordement d'une construction à un réseau peut nécessiter des travaux de génie civil, parfois conséquents. Le bénéficiaire des travaux a la charge de la réalisation des réseaux sur la propriété privée. Les travaux sur la voie publique sont à la charge de l'opérateur en charge du réseau. Le point de rencontre de ces installations sur le domaine privé et le domaine public est nommé point d'adduction.



Raccordement à l'eau

La mairie transmet les coordonnées de l'entreprise de distribution d'eau compétente pour procéder au raccordement. C'est avec cette société qu'il faut traiter afin de faire réaliser les travaux. Ceux-ci pourront débuter une fois que la mairie aura délivré l'autorisation d'ouvrir les tranchées.

Raccordement à l'électricité

Une demande doit être faite auprès d'Enedis qui a en charge la gestion du réseau public de distribution d'électricité.

Une fois les formalités effectuées, les travaux pourront commencer. Enedis installera un coffret de branchement aux limites du terrain et procédera au raccordement de la construction.

Pour la mise en service de l'installation électrique, à l'issue du chantier, l'électricien installateur doit fournir une attestation de conformité de l'installation électrique intérieure, ce document est transmis à Enedis.

Il est à noter qu'avant le raccordement de la construction, il est possible de disposer d'un compteur provisoire (compteur de chantier), la demande est faite auprès d'Enedis par l'intermédiaire du fournisseur d'électricité choisi.

Raccordement au gaz naturel

La demande de raccordement au réseau de distribution de gaz naturel est faite auprès de GRDF (gaz réseau distribution France).

Raccordement au réseau télécoms

Les démarches sont faites auprès de l'opérateur. Au point d'entrée dans le domaine privé est installé un dispositif d'interface. Il fixe la limite de responsabilité entre l'opérateur et le client pour l'entretien ultérieur de la canalisation. Ce dispositif peut être une borne ou une boîte de jonction murale ou un mur technique. Il doit être placé à la limite de la propriété.

Exercice

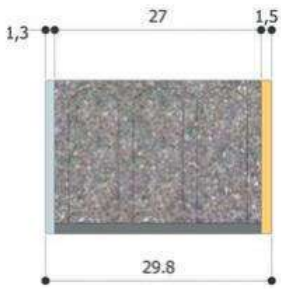
RT 2012

Questions

1. À l'aide du tableau de conduction thermique des matériaux, calculer la valeur de la résistance thermique totale (Rt) des parois des huit cas suivants.

Matériaux de construction	λ (lambda)	Matériaux de construction	λ (lambda)
Bloc béton	0,90	Enduit de plâtre ou placo	0,32
Brique creuse	0,45	Lame d'air	0,222
Béton cellulaire banal	0,22	Polystyrène banal	0,038
Béton cellulaire performant	0,16	Polystyrène performant	0,032
Monomur	0,12	Laine de verre ou de roche banale	0,041
Enduit extérieur	1,15	Laine de roche performante	0,032

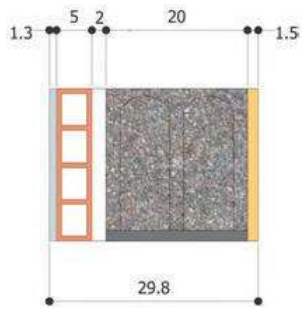
Cas 1



Bloc béton 27 cm

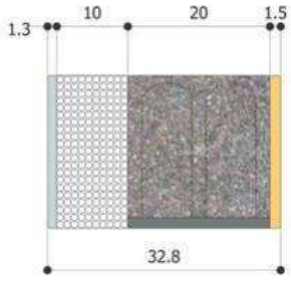
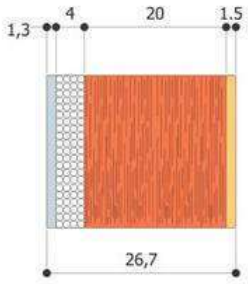
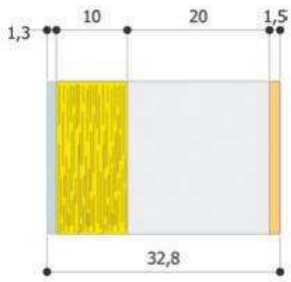
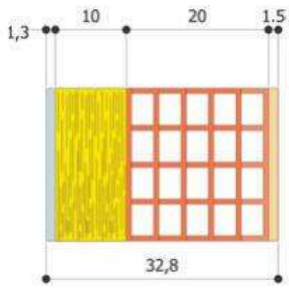
Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ____
Bloc béton 0,27 / 0,90 = ____
BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ____
Res. therm. sur int. Rsi = ____
Res. therm. sur ext. Rse = ____
Valeur R totale = ____

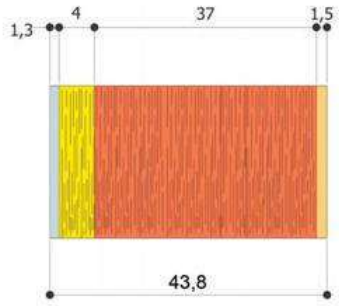
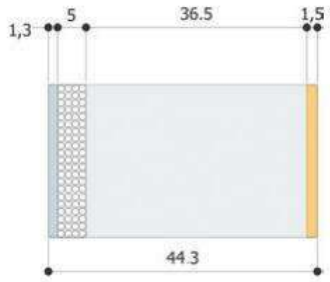
Cas 2



Bloc béton 20 cm
Brique creuse, lame d'air

Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ____
Bloc béton 0,20 / 0,90 = ____
Lame d'air 0,02 / 0,222 = ____
Brique creuse 0,05 / 0,45 = ____
BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ____
Res. therm. sur int. Rsi = ____
Res. therm. sur ext. Rse = ____
Valeur R totale = ____

Cas 3	Cas 4
	
Bloc béton 20 cm Isolant banal Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ___ Bloc béton 0,20 / 0,90 = ___ Polystyrène banal 0,10 / 0,038 = ___ BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ___ Res. therm. sur int. Rsi = ___ Res. therm. sur ext. Rse = ___ Valeur R totale = ___	Monomur de 20 cm Isolant performant Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ___ Monomur 0,20 / 0,12 = ___ Polystyr ène perf. 0,04 / 0,032 = ___ BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ___ Res. therm. sur int. Rsi = ___ Res. therm. sur ext. Rse = ___ Valeur R totale = ___
Cas 5	**Cas 6**
	
Béton cellulaire banal Laine de roche banale Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ___ Béton cellulaire banal 0,20 / 0,22 = ___ Laine de roche banale 0,10 / 0,041 = ___ BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ___ Res. therm. sur int. Rsi = ___ Res. therm. sur ext. Rse = ___ Valeur R totale = ___	Brique creuse 20 cm Laine de roche banale Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ___ Brique creuse 0,20 / 0,45 = ___ Laine de roche banale 0,10 / 0,041 = ___ BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ___ Res. therm. sur int. Rsi = ___ Res. therm. sur ext. Rse = ___ Valeur R totale = ___

Cas 7	Cas 8
	
Monomur de 37 cm Laine de roche performante	Béton cellulaire perf. Polystyrène performant
Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ___ Monomur 0,37 / 0,12 = ___ Laine de roche perf. 0,04 / 0,032 = ___ BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ___ Res. therm. sur int. Rsi = ___ Res. therm. sur ext. Rse = ___ Valeur R totale = ___	Enduit ext. 0,015 / 1,15 = ___ Béton cellulaire banal 0,365 / 0,16 = ___ Polystyr ène perf. 0,05 / 0,032 = ___ BA13 13 mm 0,013 / 0,32 = ___ Res. therm. sur int. Rsi = ___ Res. therm. sur ext. Rse = ___ Valeur R totale = ___

2. Quels sont les cas qui n'étaient pas valables avec la RT 2005 ?

3. Quels sont les cas qui sont valables avec la RT 2012 ?

4. Dans les deux premiers cas en rénovation, que conseillez-vous au client pour remplir l'exigence de la RT existante ?

5. Un matériau a un R de 2,65 pour une épaisseur de 37 cm : quel est son λ ?

Réponses

1. Valeur Rt des différents cas de figure :

Cas 1		Cas 2	
Enduit ext. 0,015 / 1,15	= 0,01	Enduit ext. 0,015 / 1,15	= 0,01
Bloc béton 0,27 / 0,90	= 0,30	Bloc béton 0,20 / 0,90	= 0,22
BA13 13 mm 0,013 / 0,32	= 0,04	Lame d'air 0,02 / 0,222	= 0,09
Res. therm. sur int. Rsi	= 0,13	Brique creuse 0,05 / 0,45	= 0,11
Res. therm. sur ext. Rse	= 0,04	BA13 13 mm 0,013 / 0,32	= 0,04
Valeur R totale	= 0,52	Res. therm. sur int. Rsi	= 0,13
		Res. therm. sur ext. Rse	= 0,04
		Valeur R totale	= 0,64

Cas 3			**Cas 4**		
Enduit ext. 0,015 / 1,15	=	0,01	Enduit ext. 0,015 / 1,15	=	0,01
Bloc béton 0,20 / 0,90	=	0,22	Monomur 0,20 / 0,12	=	1,67
Polystyrène banal 0,10 / 0,038	=	2,63	Polystyrène perf. 0,04 / 0,032	=	1,25
BA13 13 mm 0,013 / 0,32	=	0,04	BA13 13 mm 0,013 / 0,32	=	0,04
Res. therm. sur int. Rsi	=	0,13	Res. therm. sur int. Rsi	=	0,13
Res. therm. sur ext. Rse	=	0,04	Res. therm. sur ext. Rse	=	0,04
Valeur R totale	=	3,07	Valeur R totale	=	3,14
Cas 5			**Cas 6**		
Enduit ext. 0,015 / 1,15	=	0,01	Enduit ext. 0,015 / 1,15	=	0,01
Béton cellulaire banal 0,20 / 0,22	=	0,91	Brique creuse 0,20 / 0,45	=	0,44
Laine de roche banale 0,10 / 0,041	=	2,44	Laine de roche banale 0,10 / 0,041	=	2,44
BA13 13 mm 0,013 / 0,32	=	0,04	BA13 13 mm 0,013 / 0,32	=	0,04
Res. therm. sur int. Rsi	=	0,13	Res. therm. sur int. Rsi	=	0,13
Res. therm. sur ext. Rse	=	0,04	Res. therm. sur ext. Rse	=	0,04
Valeur R totale	=	3,57	Valeur R totale	=	3,10
Cas 7			**Cas 8**		
Enduit ext. 0,015 / 1,15	=	0,01	Enduit ext. 0,015 / 1,15	=	0,01
Monomur 0,37 / 0,12	=	3,08	Béton cellulaire banal 0,365 / 0,16	=	2,28
Laine de roche perf. 0,04 / 0,032	=	1,25	Polystyrène perf. 0,05 / 0,032	=	1,56
BA13 13 mm 0,013 / 0,32	=	0,04	BA13 13 mm 0,013 / 0,32	=	0,04
Res. therm. sur int. Rsi	=	0,13	Res. therm. sur int. Rsi	=	0,13
Res. therm. sur ext. Rse	=	0,04	Res. therm. sur ext. Rse	=	0,04
Valeur R totale	=	4,55	Valeur R totale	=	4,06

2. Les cas 1 et 2.

3. Les cas 7 et 8.

4. Cas 1 : isolation par l'extérieur.

Cas 2 : démolition des briques creuses ; doublage en polystyrène performant et plaque de plâtre en finition.

5. R = épaisseur du matériau/λ (lambda)

λ = épaisseur du matériau/R

On a donc pour la valeur λ : 0,37/2,65 = 0,139 arrondi à 0,14.

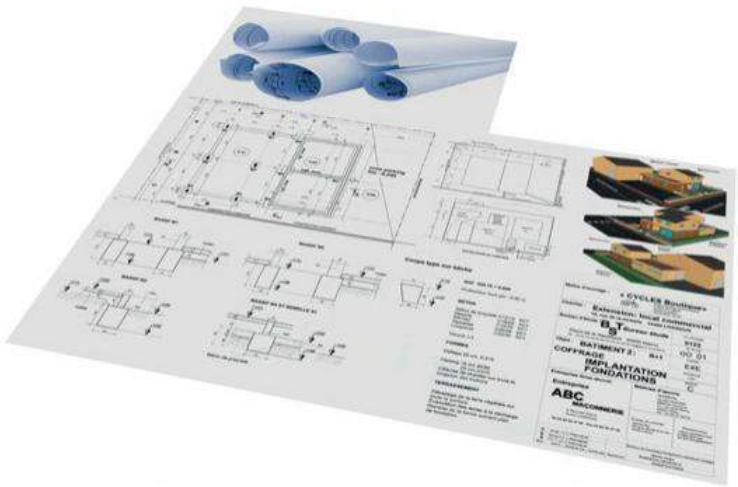
Chapitre 2
Implantation

2.1 Objectif et matériel

L'implantation sert à matérialiser sur le terrain l'emplacement de la construction : murs de façade, murs de refend, poteaux. Elle permettra au gros œuvre d'édifier la construction à l'emplacement exact et avec les cotes définies par l'architecte.

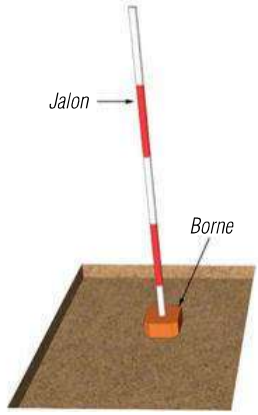
Pour réaliser une implantation, plusieurs plans sont nécessaires :

- un plan de situation ;
- un plan de masse ;
- un plan de fondations ;
- un plan de coupe et façades.



Il faut également disposer de références, comme un alignement par rapport à la limite de propriété ou à une bordure de trottoir, etc., et d'un repère de hauteur : dessus de bordure, plaque d'égout, axe de rue, etc.

Le matériel nécessaire est constitué de jalons, de cordeaux (ficelle nylon), d'un décamètre, d'un laser et d'une caisse complète d'outillage, ainsi que de piquets de bois et de planches.

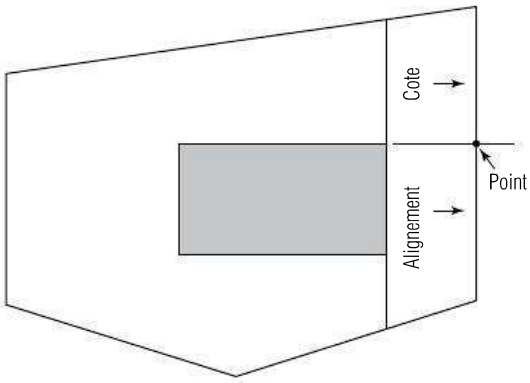


2.2 Réalisation d'une implantation

2.2.1 Principe général d'implantation

Le **plan de situation** montre la commune, la voie d'**accès**.

Le **plan de masse** montre la parcelle de terrain à construire et **situe la construction sur le terrain** (cotes d'implantation horizontales par rapport aux limites de la propriété ou à un bâtiment existant). Il **indique également un point d'altimétrie de référence** (NGF ou relatif).



Plan de masse

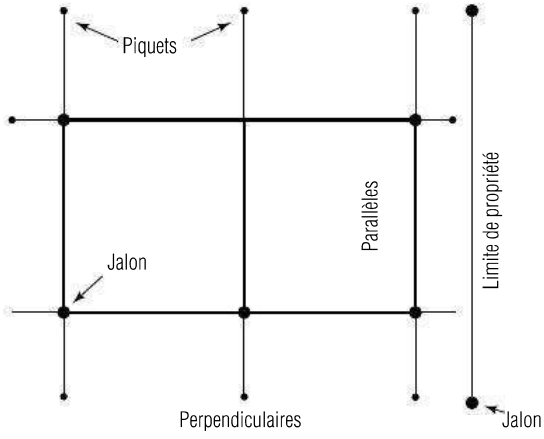
Les **plans d'exécution** (le plan du sous-sol ou rez-de-chaussée et une coupe) indiquent l'emprise de la construction et vont servir à tracer tous les angles saillants et rentrants du bâtiment.

2.2.2 Procédés géométriques d'implantation

Le procédé d'implantation est basé sur la création de **parallèles** et de **perpendiculaires** suivant les alignements et points donnés par le plan de masse.

La première opération est la matérialisation de la limite de propriété à l'aide d'un cordeau.

On tendra ensuite des cordeaux sur des piquets métalliques pour représenter les alignements, en partant des limites de propriété et des points de référence, et on installera des jalons à chaque angle de la future construction.

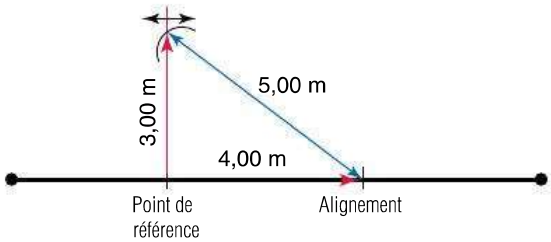


2.2.2.1 Tracé d'un équerrage

Pour créer un équerrage, on utilise le théorème de Pythagore[1] , que l'on appelle aussi méthode « 3, 4, 5 » :

1. Tendre un cordeau à peu près d'équerre par rapport à la ligne de référence.
2. Matérialiser sur ce cordeau le point situé à 3 m de l'intersection que forment ces lignes.
3. Tracer 4 m sur la ligne de référence.

Vérifier l'équerrage des deux lignes en s'assurant qu'entre le point des 3 m et celui des 4 m on mesure bien 5 m. Le cordeau tendu doit correspondre parfaitement aux 5 m aussi on déplacera la ligne des 3 m et celle des 5 m jusqu'à les faire coïncider.



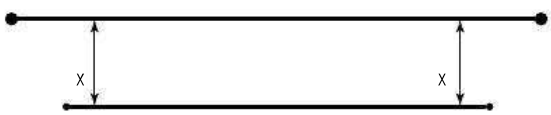
2.2.2.2 Tracé d'une parallèle

Deux droites sont dites parallèles lorsqu'elles ne se coupent pas à l'infini, c'est-à-dire qu'il se trouve toujours la même distance entre elles.

1. Mesurer, à l'aide d'un mètre ou décamètre, une distance x entre le début de la ligne de référence (à partir de laquelle on souhaite tracer une parallèle) et la parallèle que l'on désire créer. Matérialiser la distance par un piquet.
2. Procéder de même à l'autre extrémité de la ligne de référence.
3. Tendre un cordeau entre les deux piquets installés.

NOTA

Les mesures perpendiculaires peuvent être faites à l'œil mais, si une grande précision est requise, on préférera vérifier l'équerrage grâce à la méthode « 3, 4, 5 ».



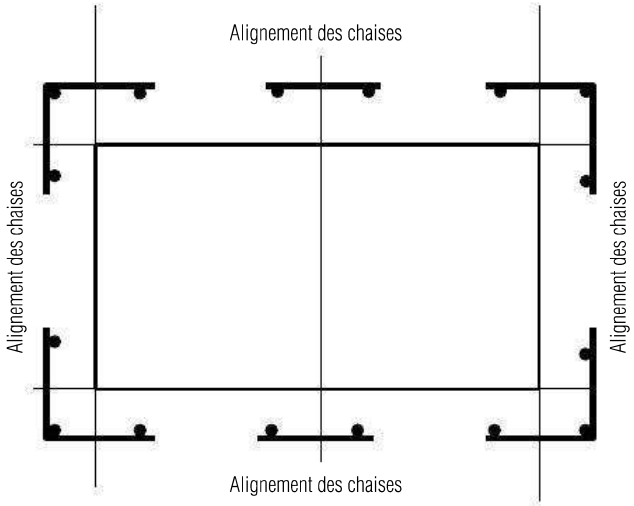
2.2.3 Mise en place des chaises

Une fois tous les angles de la construction matérialisés, on recule des parallèles au bâtiment **vers l'extérieur et à une distance > 1 m.**

C'est sur ces nouvelles lignes que seront positionnées les chaises, à raison de deux en vis-à-vis pour chaque mur.

---

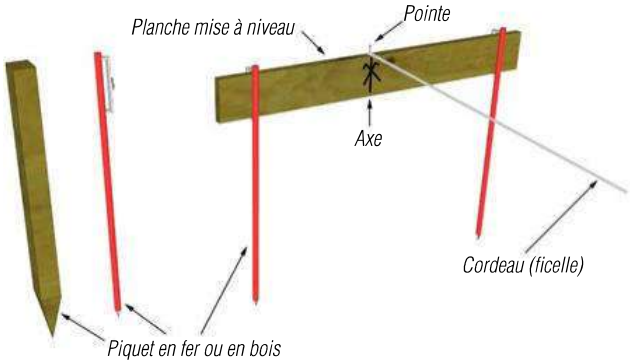
1 Théorème de Pythagore : dans un triangle rectangle de côtés *a*, *b*, *c* ayant *c* pour hypoténuse, il existe la relation $a^2 + b^2 = c^2$. Sur un chantier, les mesures 3, 4 et 5 m, qui vérifient cette relation ($3^2 + 4^2 = 5^2$), sont faciles à utiliser pour créer un triangle rectangle.

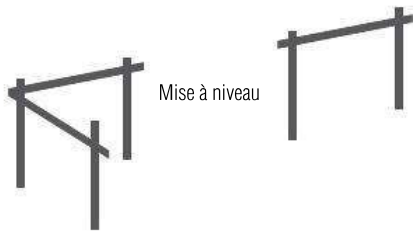


Les chaises sont des éléments d'implantation constitués de deux piquets en bois ou en fer que l'on enfonce profondément dans le sol et d'une traverse horizontale. Cette traverse est une planche que l'on fixe sur les piquets et sur laquelle sont tracés les repères d'implantation, marqués par des pointes qui servent à recevoir les cordeaux.

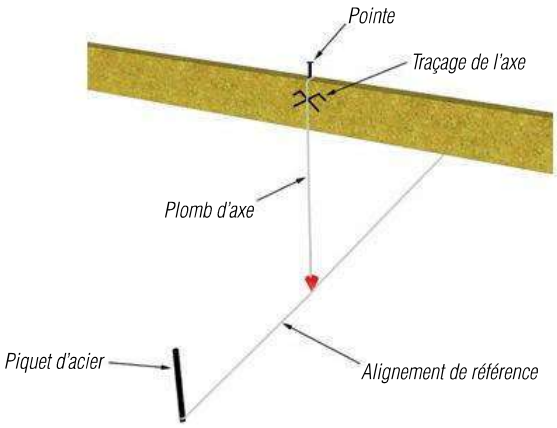
On distingue les **chaises d'angle**, pour les murs de façade, des **chaises intermédiaires** qui servent à implanter les murs de refend.

Il faut veiller à laisser un passage entre les chaises suffisamment large pour permettre le passage de l'engin de terrassement.

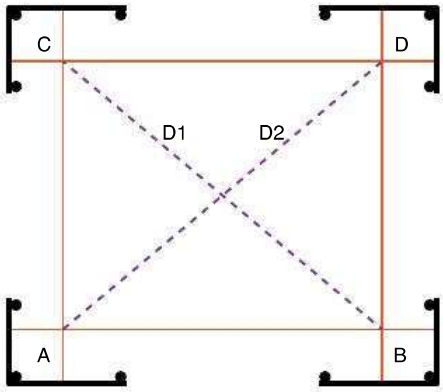




Les piquets de chaise sont plantés précisément par rapport au cordeau, afin qu'ils soient très bien alignés. Les planches sont fixées à l'extérieur des piquets (extérieur par rapport au futur bâtiment). La mise à niveau des chaises sur elles-mêmes et entre elles est indispensable. On peut se servir d'un laser.

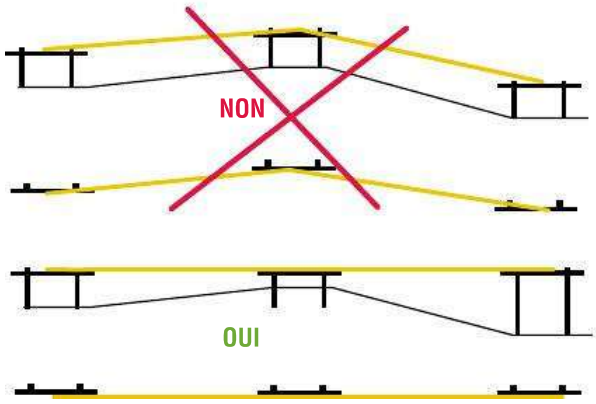


On vérifie l'équerrage en mesurant les diagonales : dans un rectangle ou un carré, elles doivent être égales.



Pour tracer un point sur une chaise (afin de placer un cordeau), on remonte à l'aide d'un plomb d'axe le point par rapport au traçage au sol. On peut ensuite tracer sur d'autres chaises les distances voulues en cotes cumulées.

Les cordeaux doivent être placés de manière à ne pas se toucher aux croisements, ce qui pourrait fausser les mesures. Les grandes longueurs sont en dessous des plus petites.



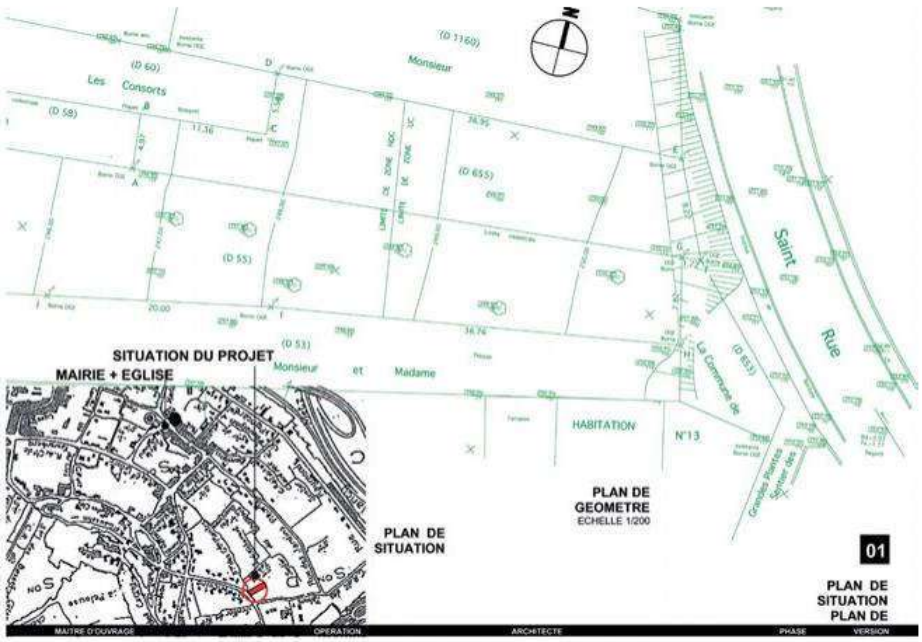
POUR EN SAVOIR PLUS

Détails sur les données nécessaires à l'implantation

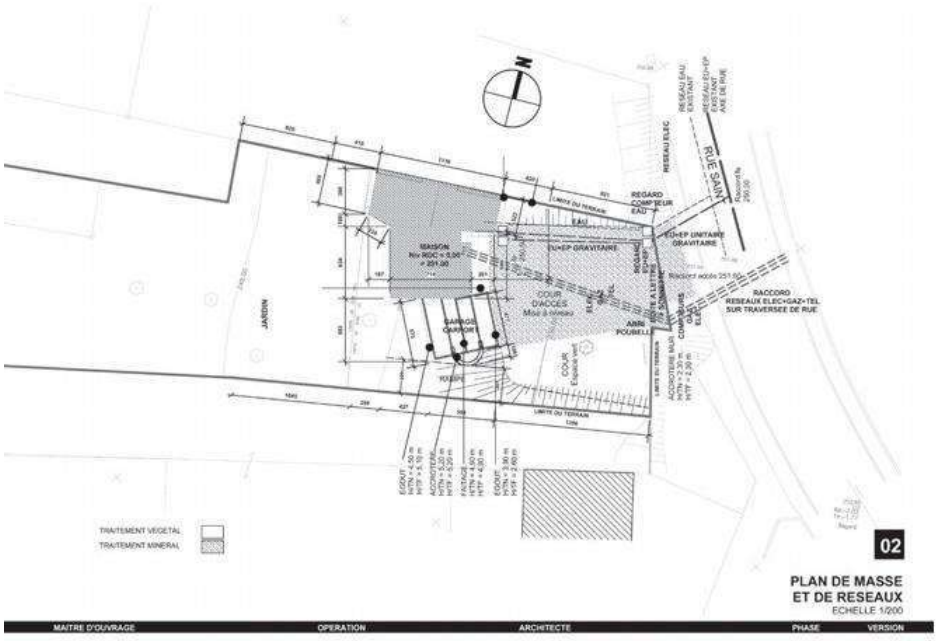
Rappel : pour réaliser une implantation, plusieurs plans sont nécessaires : plan de situation, plan de masse, plan de fondations ou du rez-de-chaussée (RDC), et plan de coupe. Sont également indispensables des références : au moins un alignement (par rapport à la limite de propriété, à une bordure de trottoir, etc.) et un repère d'altimétrie (bien souvent le dessus d'une bordure, d'une plaque d'égout, d'un axe de rue, etc.).

Suivant le plan de masse et les cotes du géomètre, il faut définir l'emprise du bâtiment et repérer le point zéro qui servira de référence tout au long du chantier. L'emprise de la plate-forme doit être plus large d'au moins un mètre de chaque côté de la construction. Une fois cette plate-forme définie, son terrassement pourra avoir lieu. Une fois ce travail effectué, l'implantation de la maison débute.

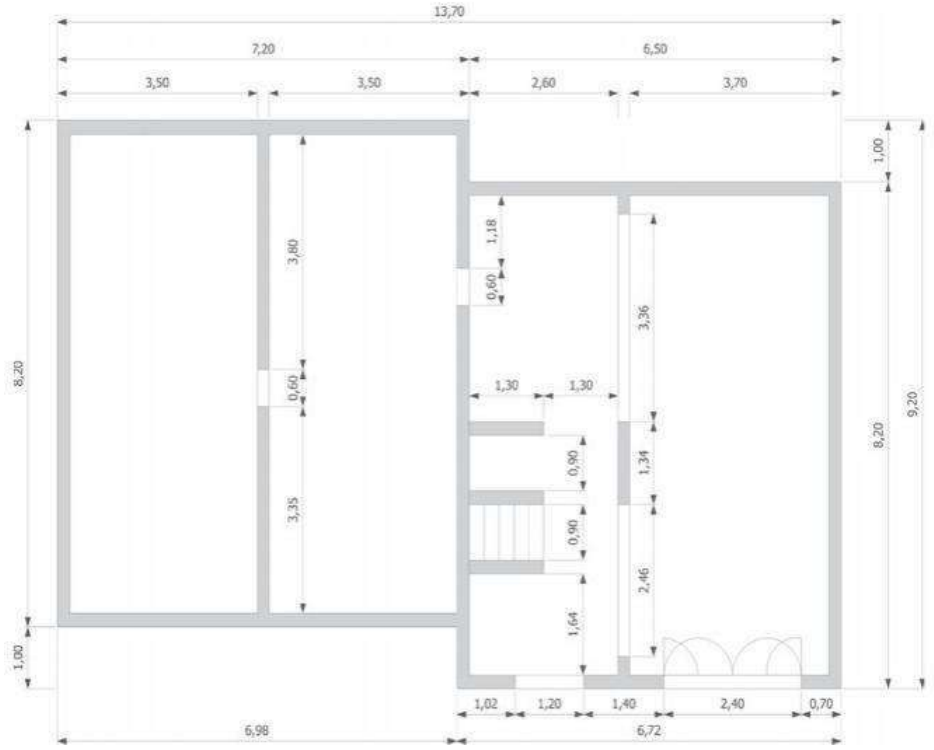
Le plan de situation permet de situer le terrain par rapport à une voie publique connue de la mairie. Son échelle est généralement le 1/5 000 ou 1/ 000.



Le plan de masse précise l'emplacement de la construction par rapport aux limites du terrain et des rues. Il permet de faire figurer la viabilisation (électricité, gaz, eau, etc.). Son échelle est le 1/200 ou 1/500.

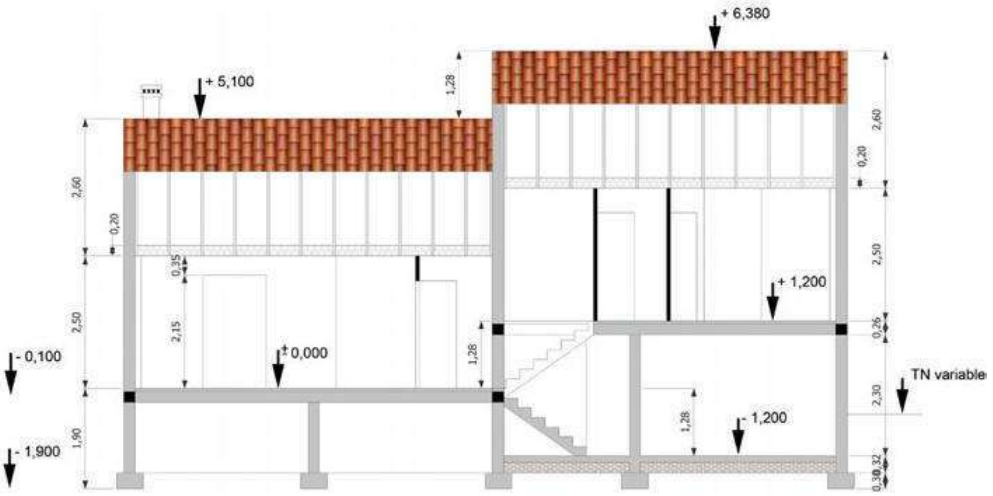


La vue en plan des fondations ou le plan du RDC permet aux maçons d'édifier la maison avec ses cotes de longueurs et de largeurs. Son échelle est le 1/50.



Vue en plan

Le plan de coupe permet aux maçons de réaliser la maison avec ses cotes de hauteurs. Son échelle est généralement le 1/50.



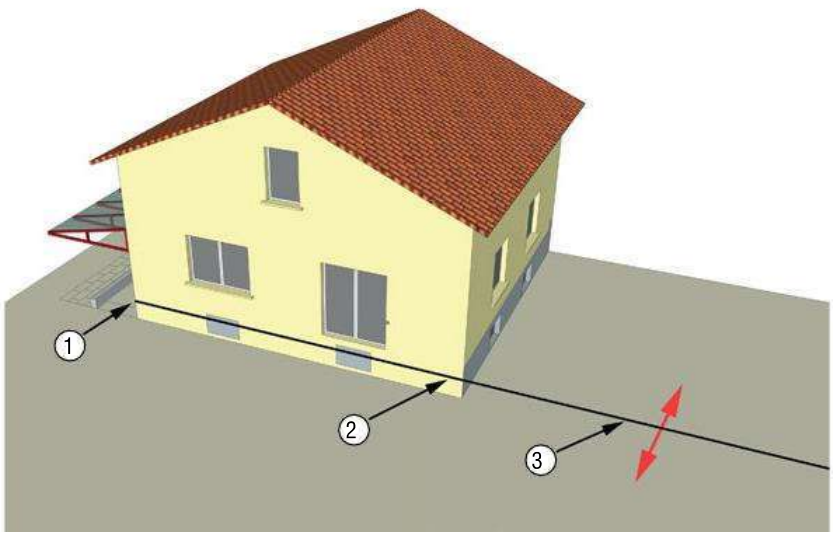
Plan de coupe

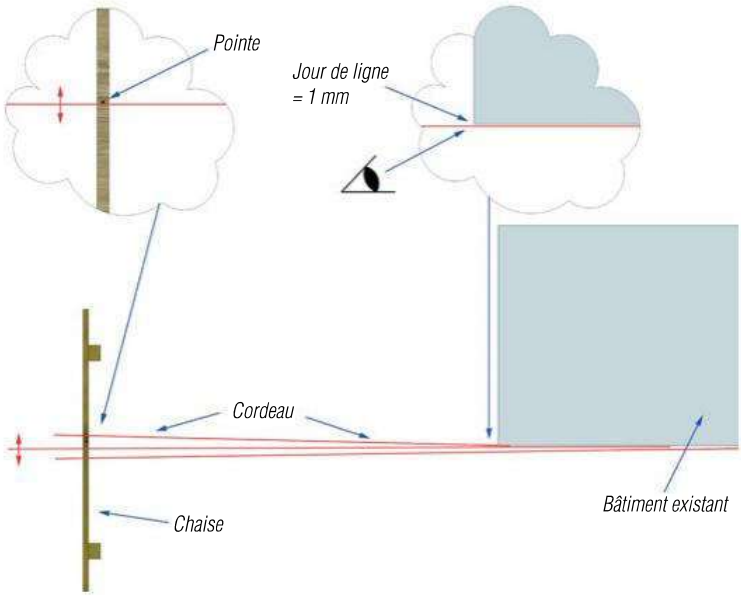
Bases de l'implantation

Traçage de parallèles

Pour prendre un alignement par rapport à l'existant :

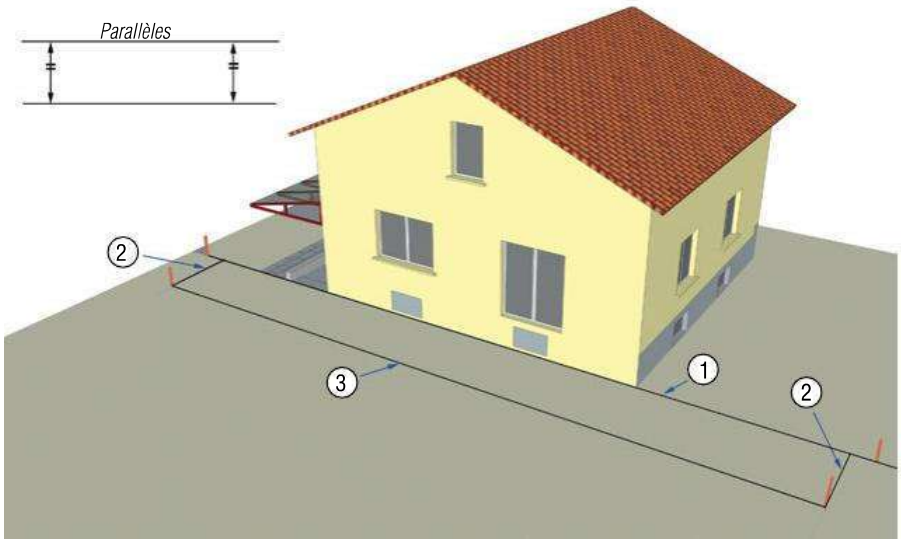
- Avec un cordeau, partir de l'angle de la façade opposé à la zone d'implantation [1].
- Tendre le cordeau le long de la façade [2] en prenant soin de laisser une ligne de jour de quelques millimètres entre ce cordeau et le mur afin d'obtenir un parfait alignement.
- Dérouler le cordeau à la distance désirée (selon le bâtiment à implanter) puis déplacer le cordeau de droite à gauche [3] jusqu'au moment où le jour de ligne est parfait. Fixer alors le cordeau à une chaise d'implantation.





Perpendiculairement à cet alignement [1], mesurer à l'aide d'un mètre ou d'un décamètre la distance *x* voulue, au début et à la fin de la ligne [2], pour obtenir les deux extrémités de la parallèle à créer ; planter des piquets pour marquer ces points.

Tendre un cordeau entre les deux piquets [3] pour matérialiser la parallèle.

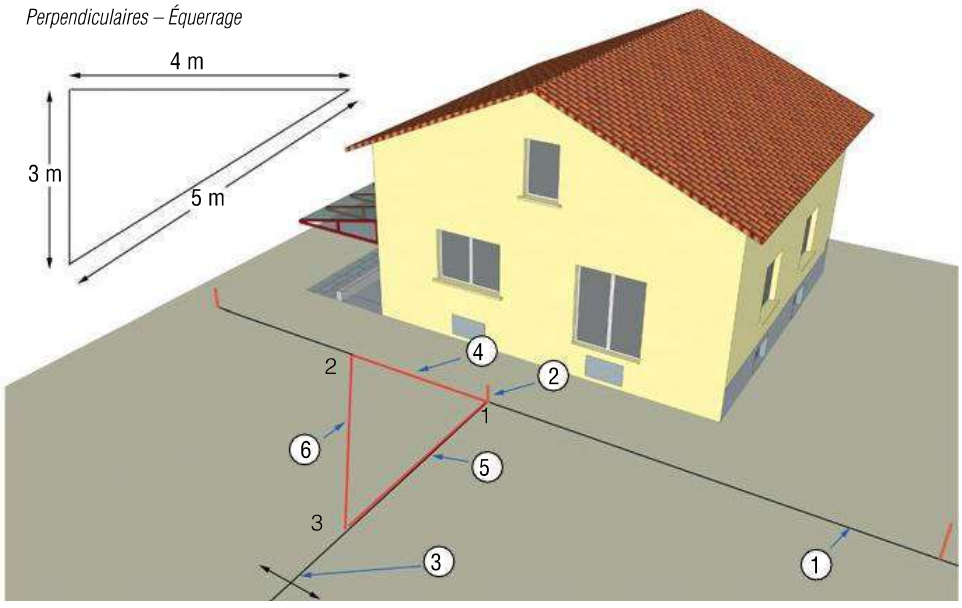


Traçage d'un équerrage

Pour créer une perpendiculaire à partir d'une ligne [1] et d'un point de référence A [2] il suffit de procéder à une triangulation conformément au théorème de Pythagore :

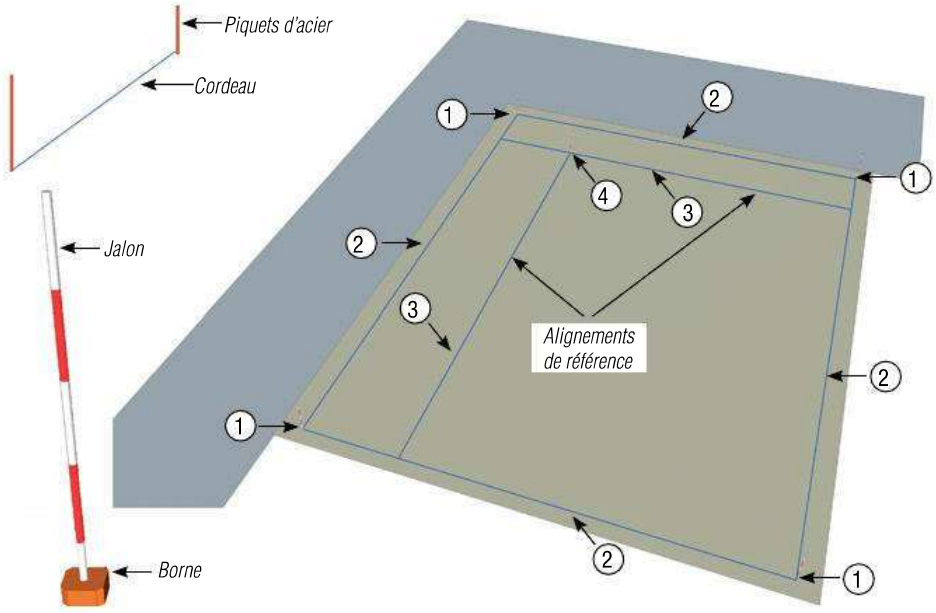
- tendre un cordeau [3] à peu près d'équerre par rapport à celui de référence ;

- tracer 3 m depuis le point A [2] sur la ligne de base [4] ;
- tracer 4 m sur la perpendiculaire approximative [5] ;
- en partant du point B, mesurer 5 m en direction du point C : faire passer le cordeau [3] parfaitement à l'intersection de la ligne des 5 m [6] et de celle des 4 m [5]. Le cordeau est ainsi d'équerre par rapport à la ligne de référence [1].

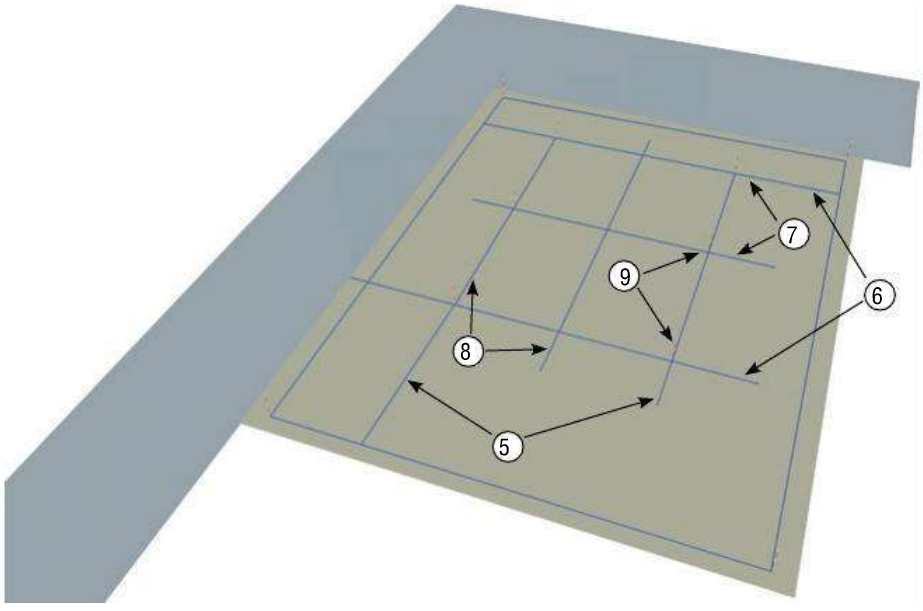


Pose des jalons et chaises

1. Planter des jalons dans la réservation des bornes de propriété situées en limites [1]. (Ces bornes sont posées par le géomètre.)
2. Tendre des cordeaux entre les jalons [2].
3. Créer les parallèles voulues à ces alignements suivant les plans, en plantant des piquets de fer et en tendant des cordeaux [3].
4. Vérifier les équerrages et planter un jalon à la première intersection [4] (premier angle défini pour la construction).



5. Matérialiser avec des piquets de fer et cordeaux les parallèles par rapport aux premiers alignements [5 à 8].
6. Planter des jalons aux intersections, ceux-ci délimitent la construction [9].

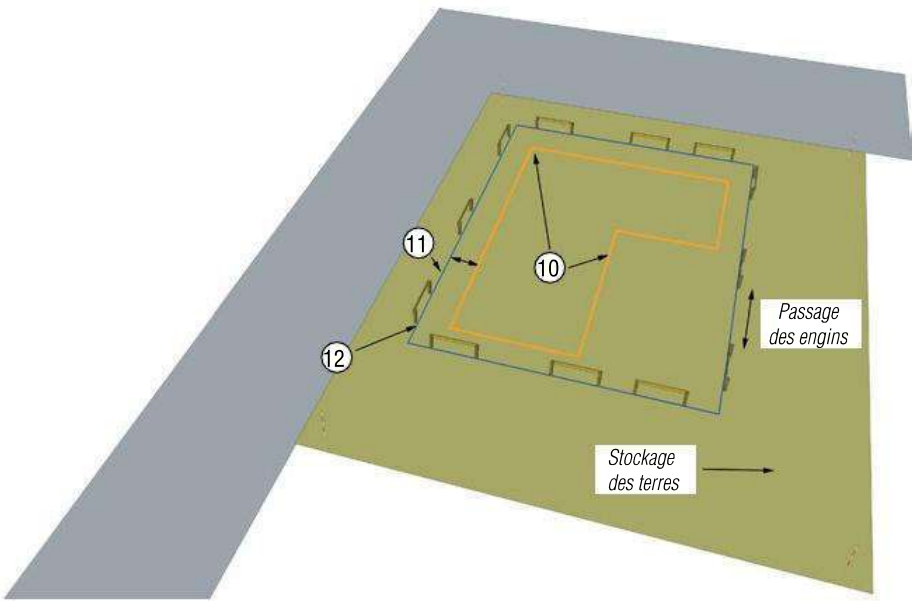


7. Tracer la plate-forme à l'aide d'une bombe de peinture ou, à défaut, de plâtre [10].

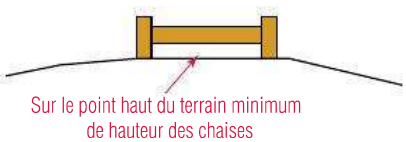
NOTA

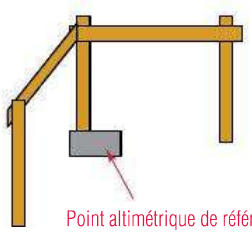
L'emprise de la plate-forme doit être plus large d'au moins 1 m et de préférence de 1,50 m, à l'extérieur de la construction [11]. Les chaises d'implantation seront installées sur le tracé de la plate-forme.

8. Planter les piquets de chaises [12] par rapport aux cordeaux d'implantation de la construction, afin que ceux-ci soient très bien alignés. Puis poser les planches à l'arrière de ces piquets, de niveau sur elles-mêmes et entre elles (utiliser le laser).



9. Reporter sur les chaises les alignements de référence à l'aide d'un plomb d'axe (pointe sur la planche). Éviter les chaises trop hautes en plaçant au point haut une chaise au minimum de hauteur.
10. Reporter le point d'altitude ± 0.00 au pied d'une chaise qui ne risque pas d'être abîmée (on garde ainsi toujours disponible le point de référence altimétrique du chantier).

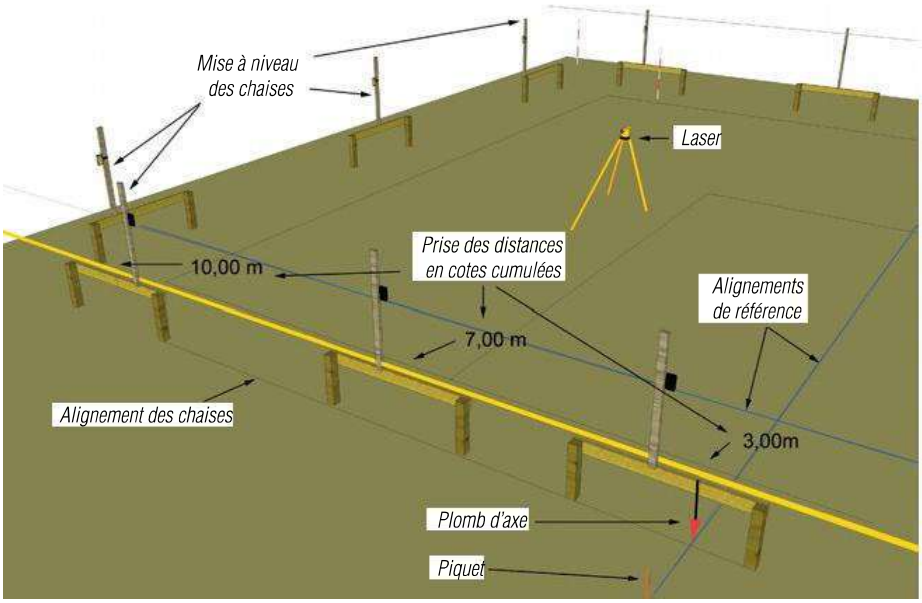




11. Sur les chaises, tracer les mesures, de préférence en cotes cumulées. On utilise aussi la méthode des parallèles (par exemple, pour positionner un mur de refend, on mesure son implantation sur la chaise située d'un côté de la construction puis sur le mur d'en face).

NOTA

Le traçage en cotes cumulées consiste à mesurer des cotes à partir du même point zéro (par exemple 3 m, 7 m et 10 m à partir du même zéro et non pas 3 m puis 4 m puis 3 m). Le décamètre reste en place, ce qui évite les erreurs de report.



12. Procéder au terrassement de la plate-forme avec une vérification des profondeurs à l'aide du laser.

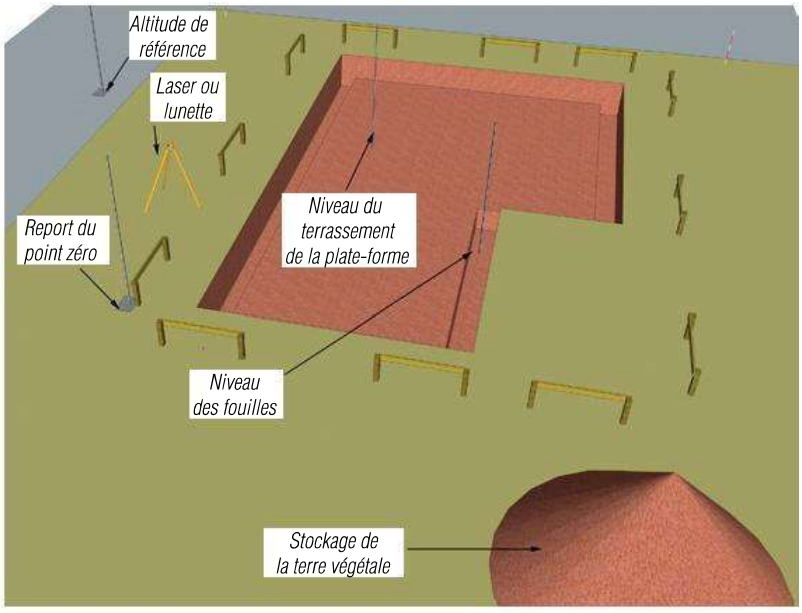
NOTA

Il est important de stocker, tout de suite, à un endroit qui ne gênera pas, toute la terre végétale que l'on réutilisera au moment de créer les espaces verts. Il est préférable d'évacuer tout de suite les mauvaises terres de terrassement. Ne garder que la quantité nécessaire aux remblais.

13. Une fois la plate-forme terminée, tendre les cordeaux sur les chaises.
14. Tracer les fouilles à la peinture.
15. Terrasser ces fouilles en vérifiant les profondeurs.

NOTA

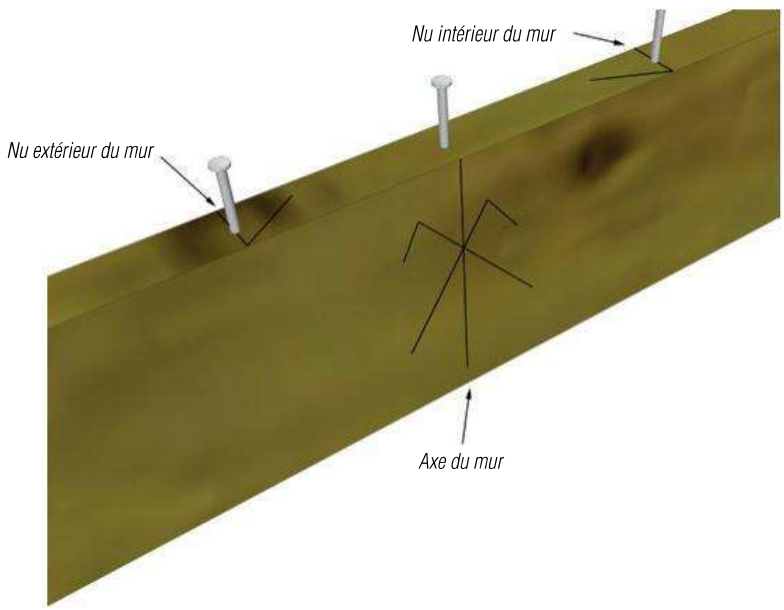
Les chaises d'implantation doivent être protégées jusqu'à l'élévation des murs enterrés. Au moindre doute quant au déplacement éventuel d'un piquet de chaise (pour quelque raison que ce soit), contrôler de nouveau la position de cette chaise.

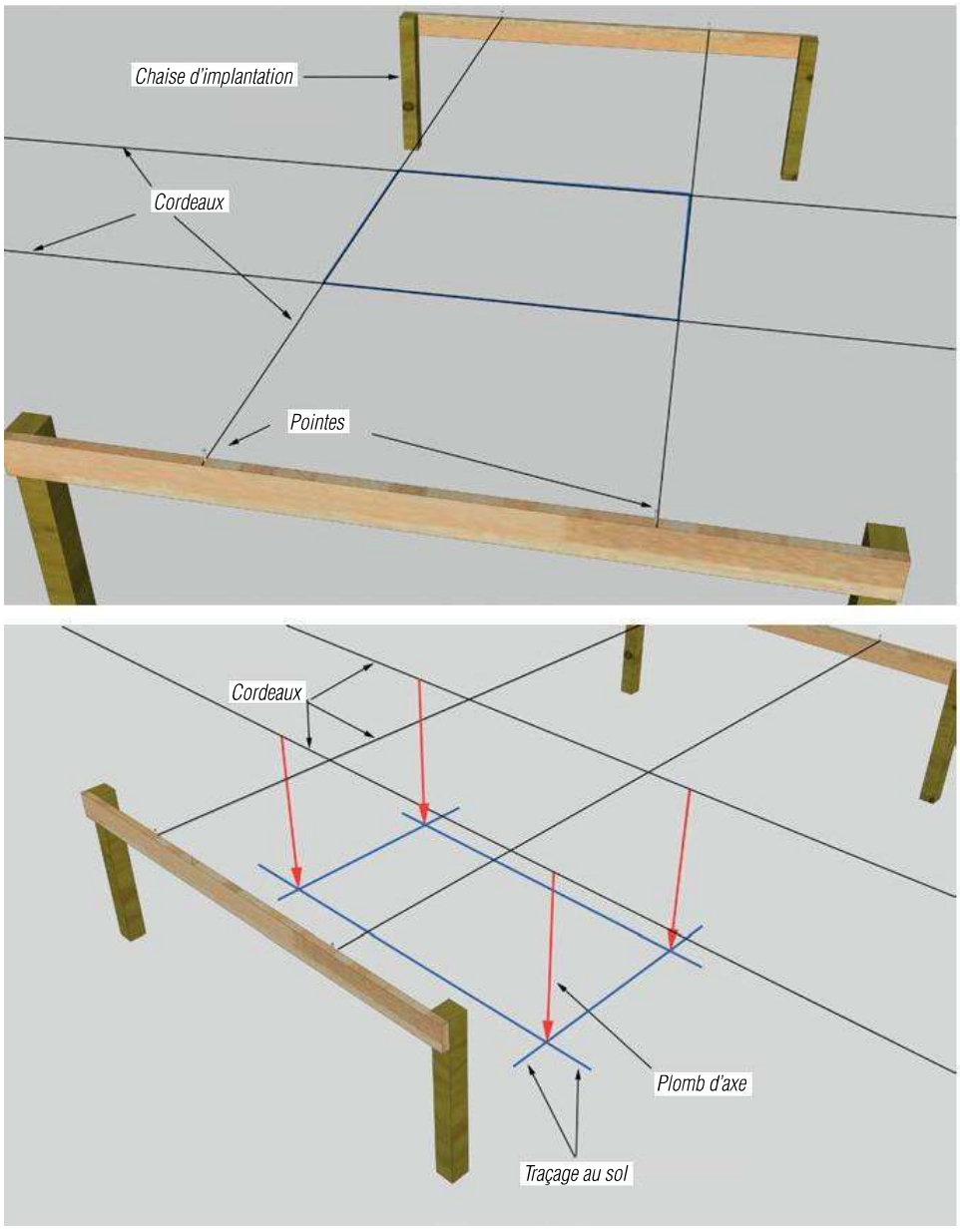


! ATTENTION

Sur une chaise, il est préférable de ne planter qu'un seul clou pour un même mur : pour les murs de façade, une pointe uniquement sur l'extérieur et pour les murs de refend une pointe dans l'axe. Cela évite de se tromper de pointe au moment de tirer les cordeaux.

Si on utilise plusieurs clous, il est nécessaire de bien indiquer l'épaisseur du mur par un trait de crayon (voir croquis ci-dessous).





Descente des points du cordeau au sol à l'aide du plomb d'axe

Traçage

Rappels mathématiques : les angles

Les deux unités d'angle utilisées dans notre métier sont le degré (°) et le grade (gr). Dans un cercle, l'angle est dit plein, sa valeur est de 360° ou 400 gr.

Pour transformer un angle donné de degrés en grades, on multiplie cet angle par la fraction 400/360 (ou la fraction réduite 10/9).

Pour transformer un angle donné de grades en degrés, on multiplie cet angle par la fraction 360/400 (ou la fraction réduite 9/10).

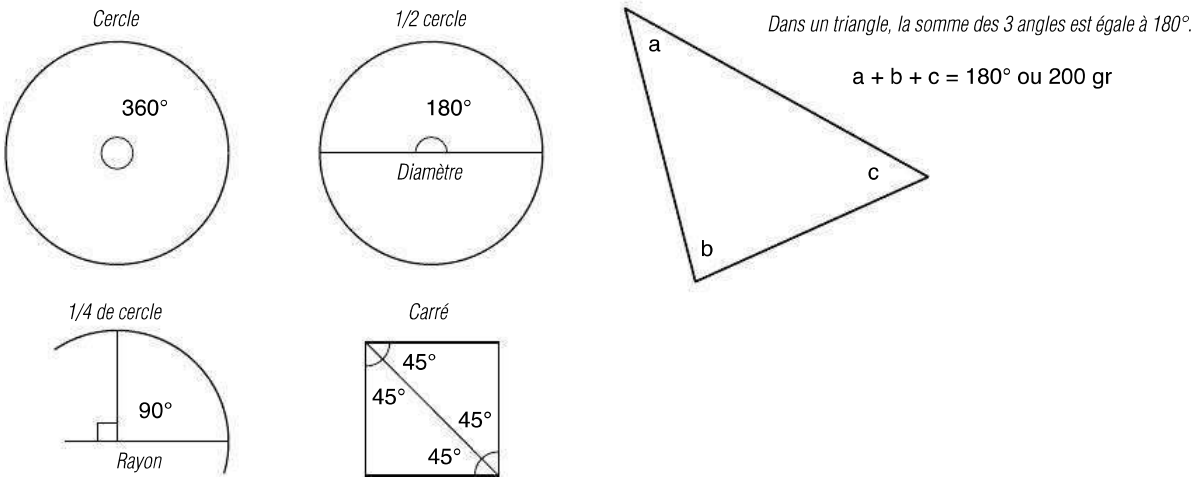
Exemple : un angle à 60° devient 60 × 10/9 = 66,66 gr. Un angle de 45 gr devient 45 × 9/10 = 40,5°.

Types d'angles

Angle saillant, angle plat, angle rentrant, angle plein, angle aigu, angle obtus, angle droit : toutes ces dénominations se rapportent à la mesure d'un angle.

Ainsi, un angle est dit :

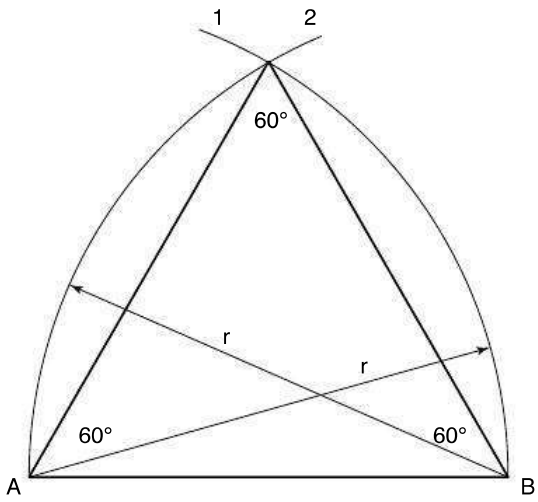
- « plat » si sa mesure vaut 180° ;
- « saillant » si sa mesure est comprise entre 0° et 180°.
- « rentrant » si sa mesure est comprise entre 180° et 360° ;
- « plein » si sa mesure vaut 360° ;
- « aigu » si sa mesure vaut entre 0° et 90° ;
- « obtus » si sa mesure vaut entre 90° et 180° ;
- « droit » si sa mesure vaut 90°.



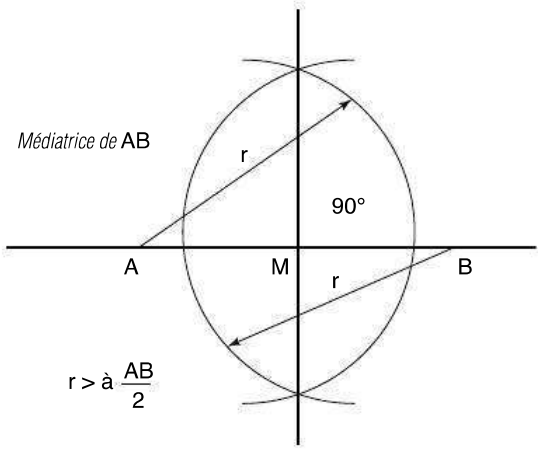
Un angle à 45° est formé par les diagonales d'un carré.

Un angle à 60° est formé dans un triangle équilatéral (trois côtés et trois angles égaux à 60° puisque dans un triangle, la somme des trois angles est égale à 180°, donc 180/3 = 60°).

Pour tracer un triangle équilatéral, tracer un arc de cercle ayant comme rayon la base du triangle AB et comme centre A. Faire de même avec le même rayon depuis le centre B. L'intersection des deux arcs donne le sommet du triangle équilatéral.

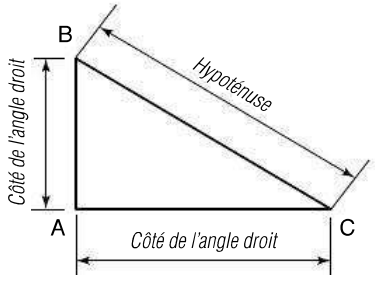


Pour tracer un angle à 90° ou 100 gr (angle droit), il suffit d'ouvrir le compas sur une longueur supérieure à la moitié de la longueur du segment, puis de tracer deux arcs de cercle avec ce rayon : l'un centré sur A, l'autre sur B. L'intersection des deux arcs est constituée de deux points situés à égale distance de A et de B, et qui définissent donc bien la médiatrice de ce segment, donc une perpendiculaire (angle 90°).



Théorème de Pythagore

Dans un triangle rectangle, le carré de la longueur de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés.



Recherche de l'hypoténuse

$$BC^2 = AC^2 + AB^2$$

$$BC = \sqrt{AC^2 + AB^2}$$

Recherche d'un côté de l'angle droit

$$AC^2 = BC^2 - AB^2$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AB^2 = BC^2 - AC^2$$

$$AB = \sqrt{BC^2 - AC^2}$$

Avec les valeurs 3, 4 et 5 la formule se vérifie : $3^2 + 4^2 = 5^2$

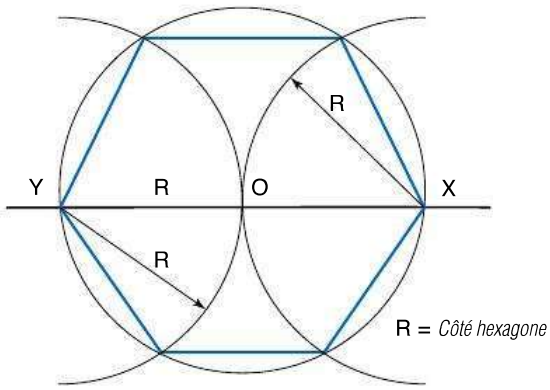
soit $(3 \times 3) + (4 \times 4) = (5 \times 5)$, soit $9 + 16 = 25$.

Ce théorème est aussi employé avec des multiples ou des sous-multiples de ces trois valeurs. Par exemple :

- 30 cm, 40 cm et 50 cm ;
- 6 m, 8 m et 10 m.

Traçage d'un hexagone

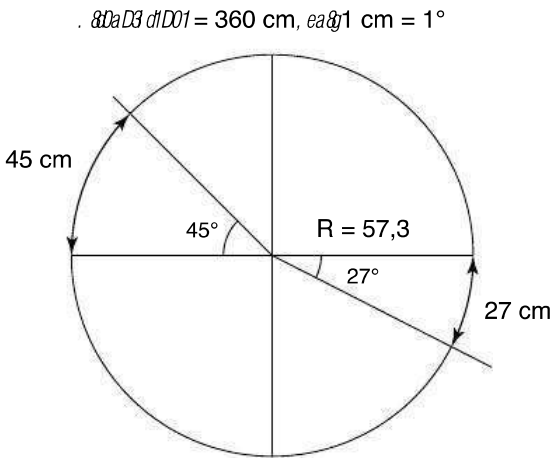
Sur une droite, tracer un cercle d'un rayon égal à la longueur voulue pour le côté de l'hexagone. Puis tracer deux demi-cercles ayant pour centres les intersections entre le premier cercle et le diamètre. Joindre toutes les intersections pour obtenir l'hexagone.



Traçage d'un angle quelconque sur le chantier

Pour le traçage d'un angle donné, tracer un cercle ayant comme rayon 57,3 cm. Le périmètre, ou circonférence, de ce cercle est égal à 360 cm. C'est-à-dire que 1 cm de circonférence correspond à 1 degré.

On peut alors tracer n'importe quel angle en reportant sur le périmètre la valeur de l'angle en centimètres : l'intersection entre le point trouvé et le centre du cercle donne l'angle voulu.

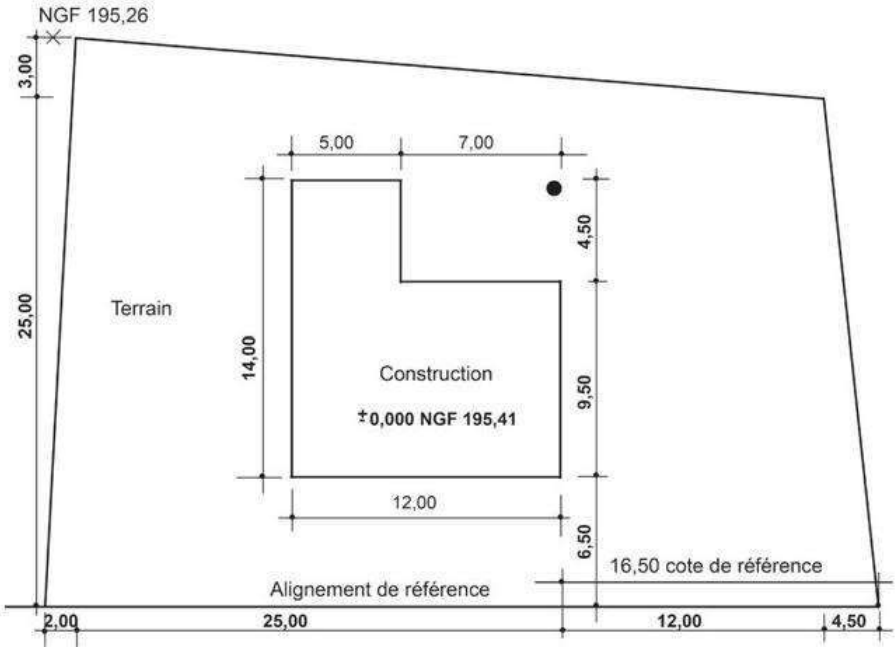


Exercice

Implantation

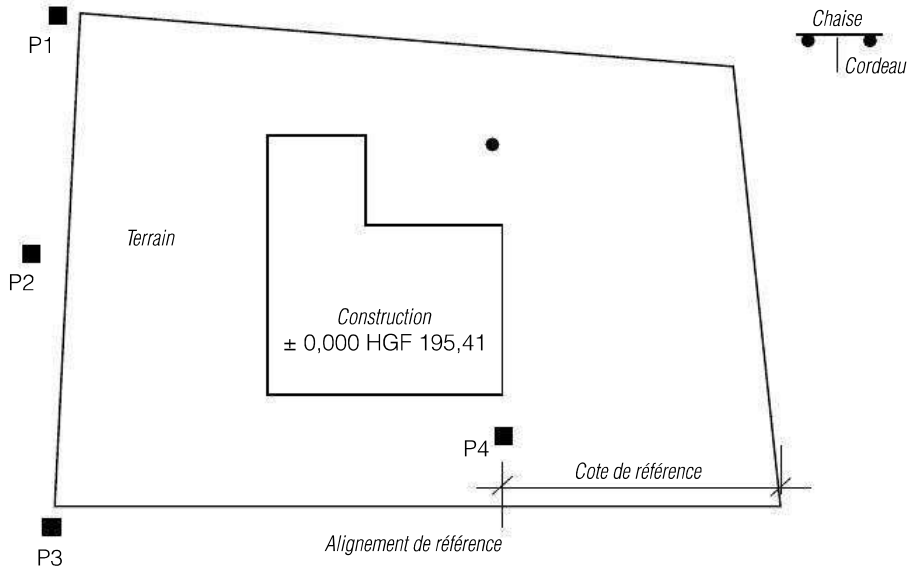
Questions

Les traçages du plan ci-dessous sont les nus extérieurs de la construction.



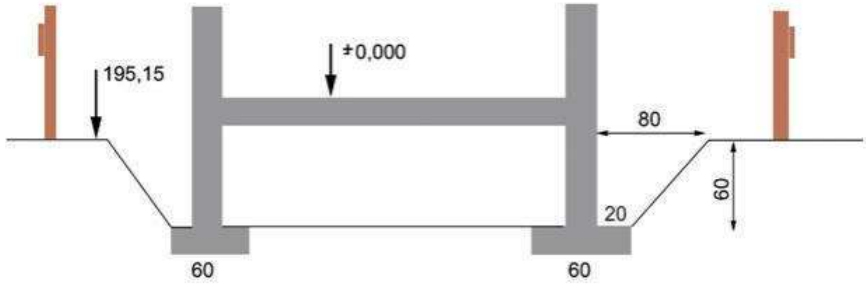
1. Calculer la surface du terrain (faire les opérations).

2. Sur le plan ci-dessous, tracer la plate-forme de terrassement et mettre en place les chaises.



3. Quel est le volume de terrassement de la plate-forme sans décrochement (en un seul rectangle) ? (Prendre la moyenne, à mi-talus.)

4. Quelle est la pente du talus sur le plan ci-dessous ? (Traduire en % et en angle.)



5. D'après le plan ci-dessus, définir le mode opératoire de cette implantation jusqu'au traçage des semelles.

1		8	
2		9	
3		10	
4		11	
5		12	
6		13	
7		14	
		15	Traçage des semelles

Réponses

1. Surface du terrain :

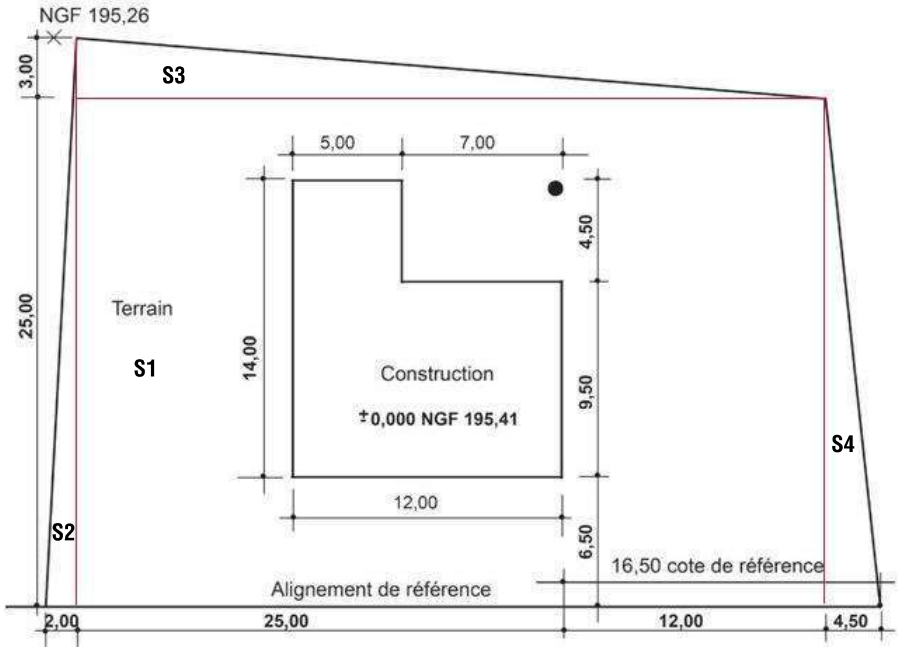
Rectangle S1 : 37 × 25 = 925

Triangle S2 : (2 × 28)/2 = 28

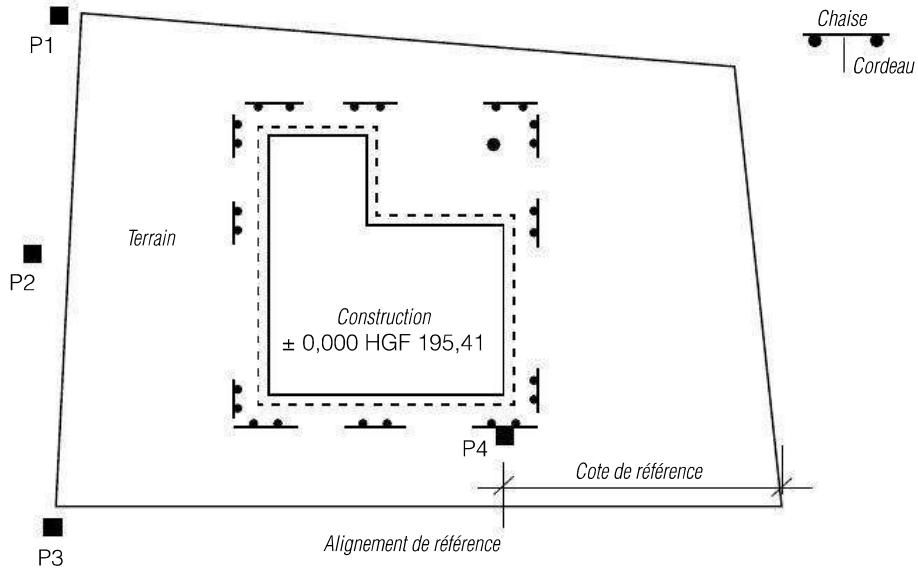
Triangle S3 : (3 × 37)/2 = 55,50

Triangle S4 : (4,50 × 25)/2 = 56,25

Soit un total de : 1 064,75 m²



2. Tracé de la plateforme et des chaises.



3. Volume de terrassement :

L'emprise de la plate-forme est de 1 m au-delà des limites de la construction. Compte tenu du talus de terrassement et d'un fond de fouille à – 60 cm, le calcul est :

$$12{,}80 \times 14{,}80 \text{ m (dimensions à mi-talus)} = 189{,}44 \times 0{,}60 = 113{,}664 \text{ m}^3$$

4. Pente du talus :

(60 cm / 60 cm) × 100 = 100 %, c'est-à-dire un angle de 45°.

5.

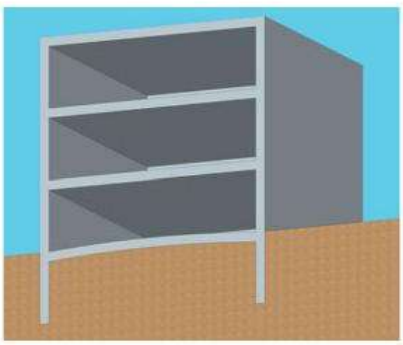
1	Planter les jalons pour le 1er alignement.	**8**	Reporter les alignements sur les chaises.
2	Tendre les cordeaux entre les jalons.	**9**	Reporter le point 0,00 en P4.
3	Faire des parallèles et des perpendiculaires sur le 1er alignement.	**10**	Tracer les axes sur les planches des chaises.
		11	Terrasser la plateforme.
4	Tracer l'emprise de la plateforme.	**12**	Stocker la terre végétale à proximité.
5	Aligner les chaises d'implantation.	**13**	Mettre en place les cordeaux.
6	Planter les piquets de chaises.	**14**	Descendre les points des semelles au sol.
7	Poser les planches de chaises de niveau.	**15**	Tracer les semelles

Chapitre 3
Fondations

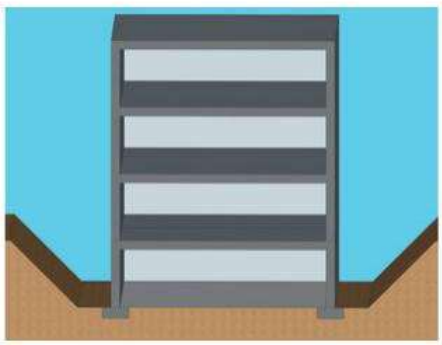
3.1 Rôle des fondations

La fondation est la partie d'un ouvrage qui sert à transmettre au sol naturel le poids de cet ouvrage. Elle a pour fonction de répartir sur le sol les pressions de la construction.

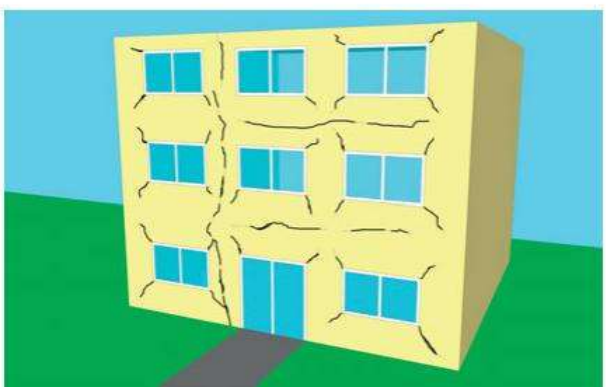
Les fondations sont une partie importante de la construction.



Sans fondations, la construction s'enfonce dans le sol

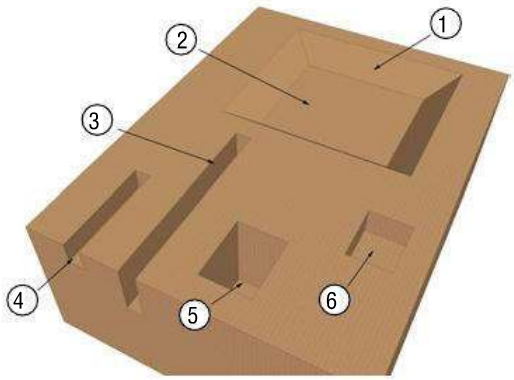


Les fondations reportent le poids de l'immeuble sur le bon sol



Une erreur dans le choix du système de fondations entraîne des désordres importants dans la structure du bâtiment

3.2 Terrassement



1 - Talus : pente de talus = 1/1 minimum.

2 - Terrassement en excavation : largeur > à 2 m et profondeur < largeur/2

3 - Tranchée : largeur < à 2 m et hauteur > 1 m ou largeur > à 2 m et hauteur > largeur/2

4 - Rigole : largeur < à 2 m et hauteur < à 1 m

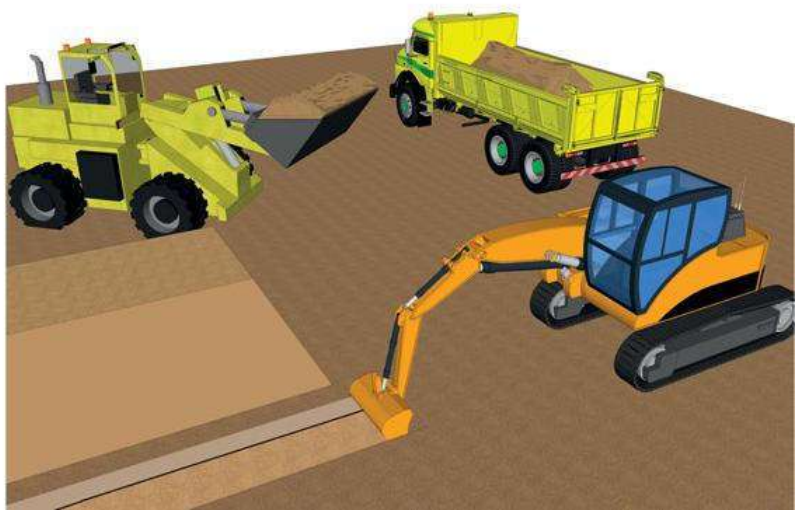
5 - Puits : profondeur > à 1,20 m et < à 8 m

6 - Massif : profondeur < à 1,20 m

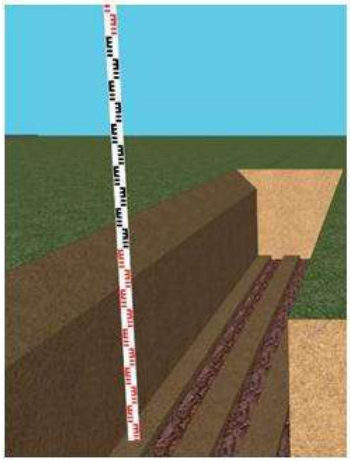
Les travaux de terrassement sont effectués après l'implantation suivant les indications précises portées sur les plans. Ils consistent à faire, à l'aide d'engins spécifiques :

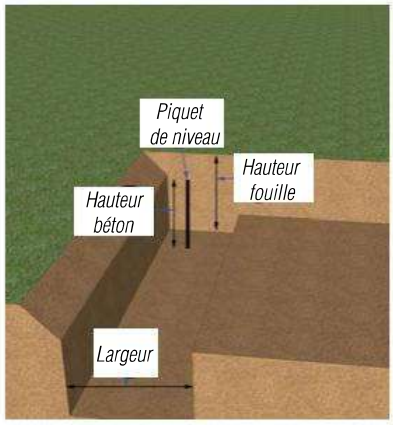
- du décapage pour enlever toute la terre végétale afin de la stocker provisoirement en dehors de l'emprise du bâtiment et pour créer la plate-forme ;
- du déblai pour creuser dans le sol et dégager les terres (exemple : creuser une fouille) ;
- du remblai pour combler des cavités (exemple : remblayer au-dessus d'une canalisation).

L'engin qui terrasse doit être suivi attentivement pour que le terrassement respecte bien le traçage et la profondeur indiquée sur les plans.



Une fois le terrassement effectué, des piquets donneront la hauteur de béton à couler. Ils seront positionnés tous les 2 à 2,50 m, à l'aide de la lunette ou laser, ou encore avec une règle et un niveau.



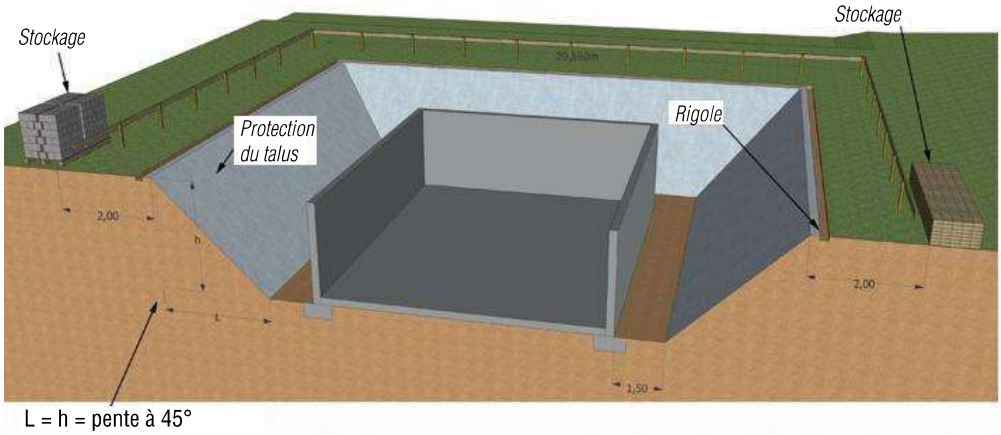


NOTA

Les fouilles en tranchée de plus de 1,30 mètre de profondeur et d'une largeur égale ou inférieure aux deux tiers de la profondeur sont, lorsque leurs parois sont verticales ou sensiblement verticales, blindées, étrésillonnées ou étayées.

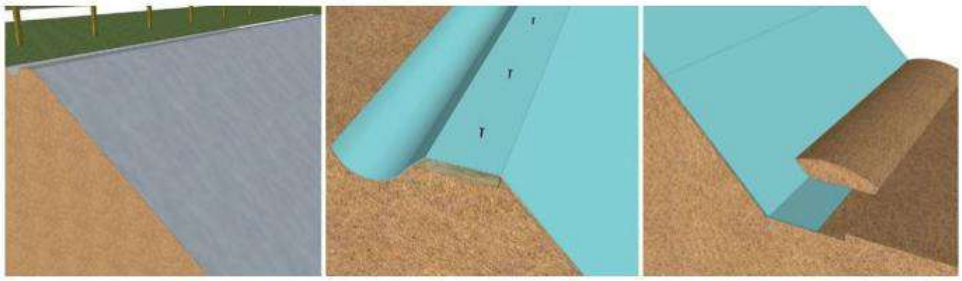
3.3 Talus

L'angle du talus est défini par la nature du sol. En général, on opte pour un angle d'au moins 45°. Aussi la règle de pente 1 pour 1 est généralement appliquée, voire 2 pour 1.



La surface de la plate-forme sera agrandie de 1,50 m par rapport aux limites de la construction. Le stockage du matériel et des matériaux se situera à plus de 2 m du bord du talus.

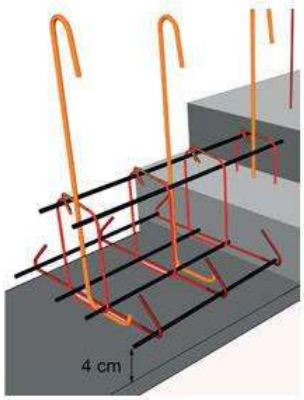
Une bâche imperméable protège le talus des eaux de ruissellement. Elle est tenue en haut en bas par de la terre et agrafée dans les angles.

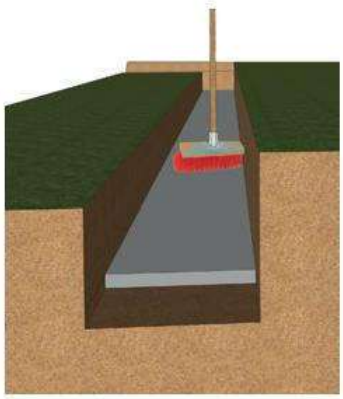


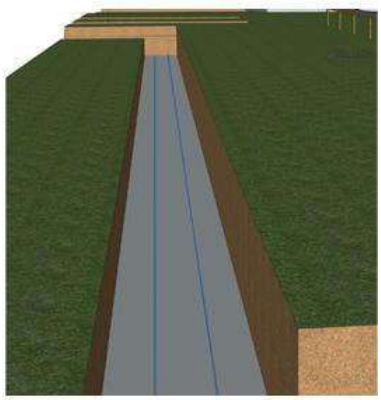
3.4 Béton de propreté

Un béton de propreté dosé à 150 kg/m^3 doit être réalisé sous les fondations. Son rôle est de :

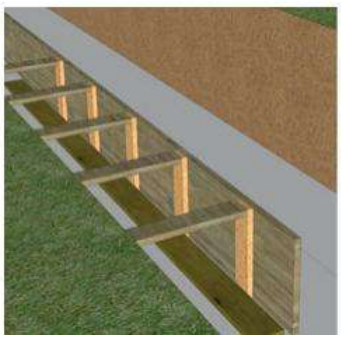
- renforcer l'isolation des aciers vis-à-vis de la terre ;
- garantir la propreté et faciliter le nettoyage du fond de fouille ;
- permettre le traçage de la fondation ;

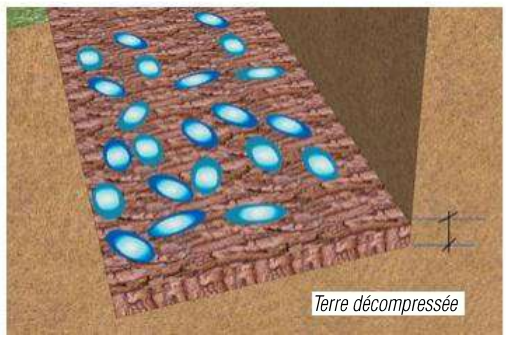






- assurer une bonne mise en œuvre du coffrage ;
- empêcher la décompression du sol (ce rôle est important).





3.5 Types de fondations

La détermination des fondations est le résultat de la collaboration de plusieurs personnes :

- l'architecte, qui dessine l'édifice, détermine ses points d'appui, sa masse, sa forme ;
- le bureau d'études, qui conseille un système de fondations en fonction des caractéristiques du terrain (celles-ci sont données par l'étude de sol) ;
- l'ingénieur en béton armé, qui calcule les dimensions et l'armature des fondations afin qu'elles puissent supporter l'ouvrage sans risque de rupture ou de mouvements.

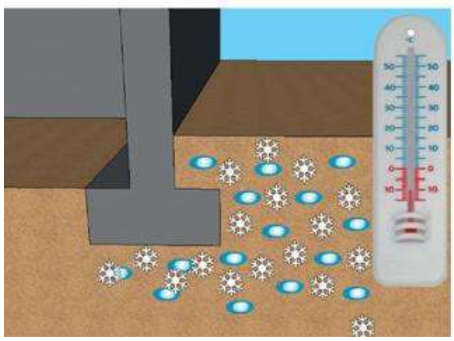
Sous un bâtiment, on peut mettre en place trois principaux types de fondations :

- superficielles ;
- semi-profondes ;
- profondes.

Le choix de l'une ou de l'autre dépend directement de la nature du sol et de l'ampleur de l'ouvrage.

3.5.1 Notion de hors gel

La base d'une fondation doit toujours être hors gel, sa profondeur dépend donc de la région. Lorsque la zone gélive est en dessous des fondations, cela provoque des désordres dans la construction : l'eau contenue dans le sol prend du volume sous l'effet du gel et soulève le béton des fondations, ce qui entraîne des déformations dans les murs.



Dans l'est de la France, le hors-gel varie de 0,80 m à 1,20 m dans les hautes Vosges.

L'eau contenue dans le sol au moment des gelées prend du volume et soulève le béton des fondations, ce qui entraîne des déformations pour les murs reposant sur celles-ci.

3.5.2 Notion de bon sol

Une fondation doit toujours être sur le bon sol.

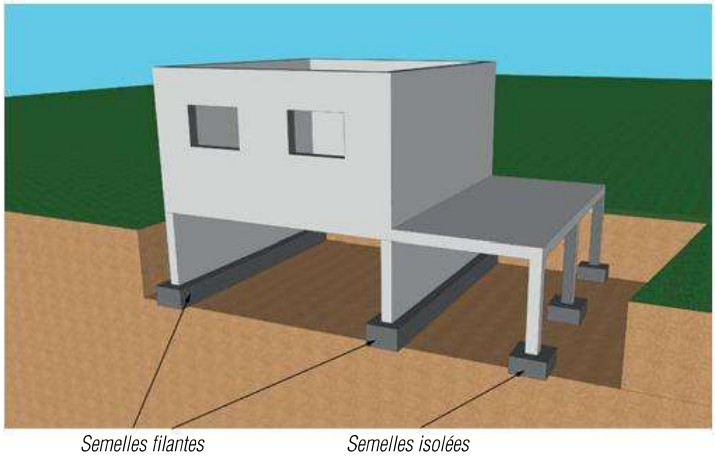
Chaque couche du sol a une résistance différente et la terre végétale n'est pas apte à accueillir une fondation. Le rapport de sol permet de connaître la constitution du terrain. Au vu du poids de la construction, le bureau d'études détermine le bon sol.

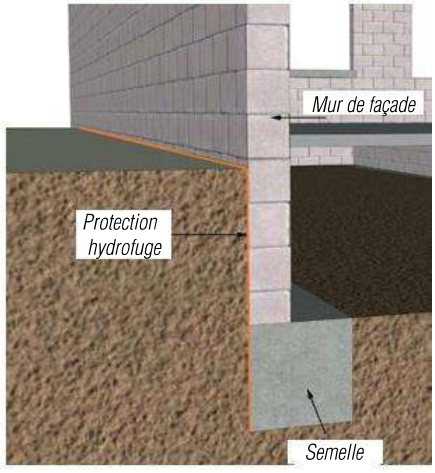
3.5.3 Fondations superficielles

Ce type de fondation est adapté dans le cas où le bon sol est proche de la surface, les plus courantes sont les semelles.

3.5.3.1 Semelles

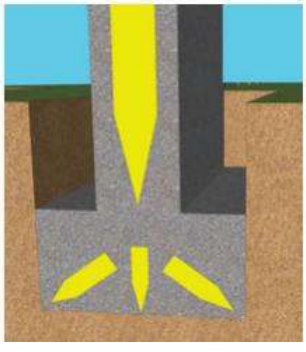
Il y a deux sortes de semelles : les semelles **continues** (aussi dites filantes, qui peuvent être en redans ou excentrées) et les semelles **isolées**.

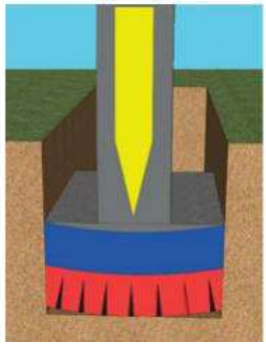




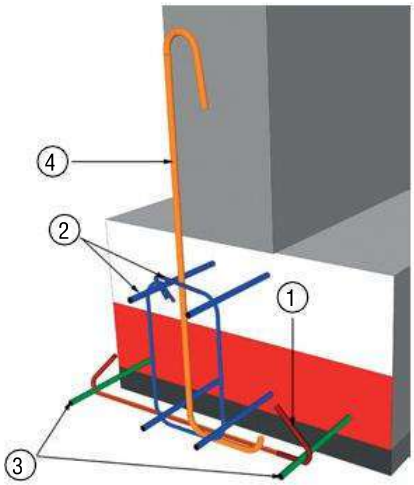
La largeur et l'épaisseur des semelles ainsi que le diamètre de leurs aciers de ferraillage dépendent de la nature du sol et du poids de la construction. Tout cela est dimensionné par le bureau d'études.

Sous le poids de la construction, la semelle a tendance à se déformer. La zone bleue est comprimée, la zone rouge est tendue, ce qui oblige à la renforcer par des aciers afin d'éviter la rupture.





L'armature est très importante dans les fondations, au même titre que la qualité du béton.

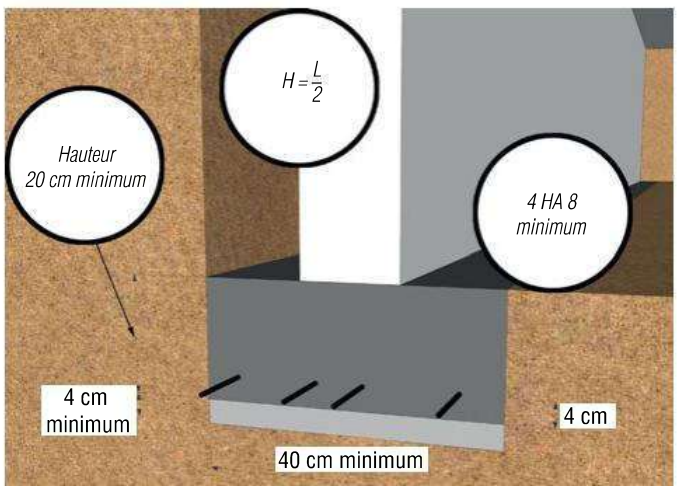


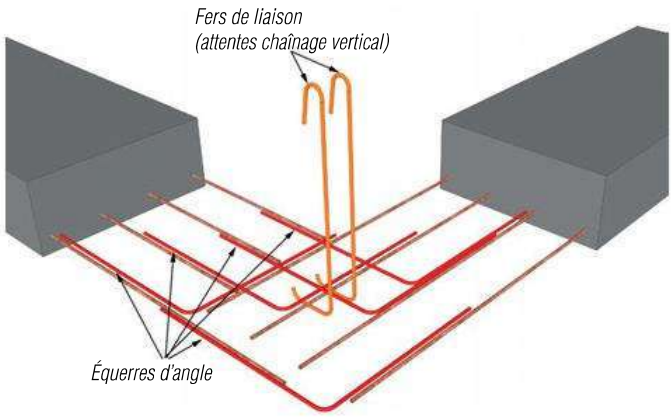
1 - Acier porteur
2 - Aciers de chaînage
3 - Aciers de montage
4 - Acier d'attente (de liaison)

Composition d'une armature de semelle

Semelles filantes ou continues

Ce sont des semelles épaisses, très rigides dans le sens transversal. Ce type de semelles est le plus répandu.





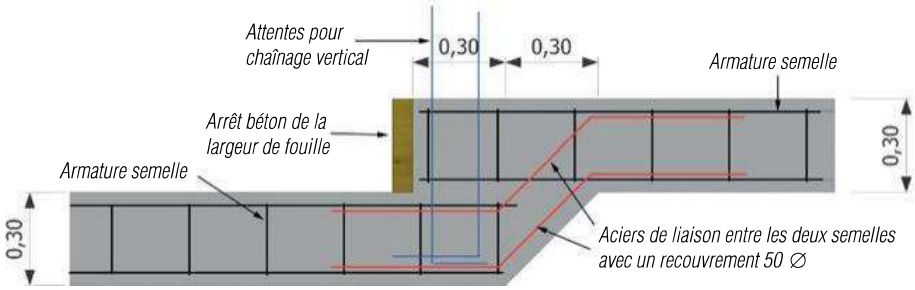
Principe d'armature dans l'angle de deux semelles

Semelles excentrées

Il est fréquent, en agglomération ou lorsqu'on se trouve en limite de propriété, d'être obligé de construire sur des semelles excentrées : afin de ne pas dépasser au-delà de la limite de propriété, la semelle filante n'est pas à l'axe sous le mur mais déportée du côté intérieur à la propriété.

Semelles en redans (cas du terrain en pente)

La base des fondations doit toujours être horizontale. Sur un terrain naturel en pente, pour une économie de terrassement et de matériaux, on réalise des redans. La fondation devant toujours être hors gel, le dessin des redans dépend du pourcentage de pente (et tient compte de la hauteur des blocs béton si la construction est prévue avec ce mode constructif).

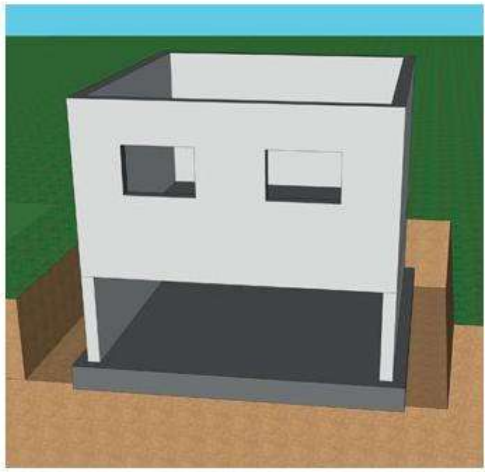


Semelles isolées

Une semelle isolée est prévue pour supporter une charge concentrée (poteau). Elle est carrée ou rectangulaire et travaille dans les deux sens : les armatures de flexion, un lit dans chaque sens, sont toutes disposées en partie basse dans le patin.

3.5.3.2 Radiers

Sur un mauvais sol, pour éviter que le bâtiment ne s'enfonce sous son propre poids, on utilise un radier comme fondation afin de répartir uniformément les charges sur l'ensemble de ce terrain de faible portance. Un radier transmet les charges sur toute la surface d'assise, il peut être assimilé à une grande dalle armée couvrant toute l'emprise du bâtiment.

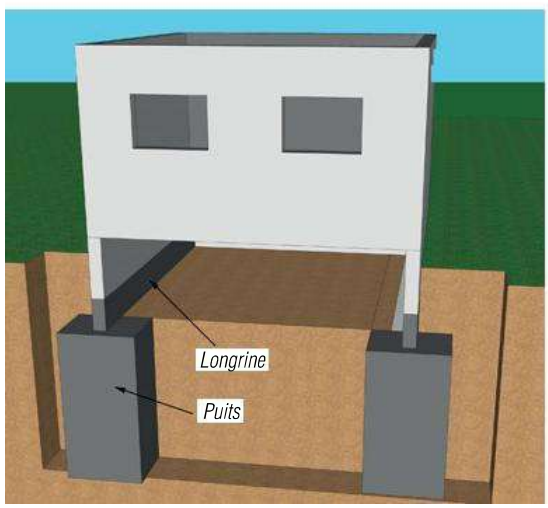


3.5.4 Fondations semi-profondes et profondes

3.5.4.1 Puits

Ces fondations sont utilisées lorsque le sol est de mauvaise qualité sur une épaisseur inférieure à 8 m ou dans le cas de sols gonflants (sols argileux). Elles sont constituées par des colonnes rondes ou rectangulaires en gros béton, d'une profondeur variant de 2 à 8 m. Elles transmettent jusqu'au bon sol les charges apportées par une semelle de section réduite et, par leur poids, s'opposent aux variations de volume des terrains argileux.

La section des puits est calculée en fonction des possibilités du sol sous son assise. Le frottement latéral n'est pas pris en compte sinon pour compenser le poids propre du puits. Les puits sont des fondations creusées avec des bennes preneuses, ce qui limite la profondeur des puits. Les puits peuvent être prolongés jusqu'à la surface du sol par des massifs.



3.5.4.2 Pieux

Si le sol d'assise est situé à une profondeur telle qu'il ne peut pas être atteint par des moyens classiques, les charges sont descendues par l'intermédiaire de fondations profondes.

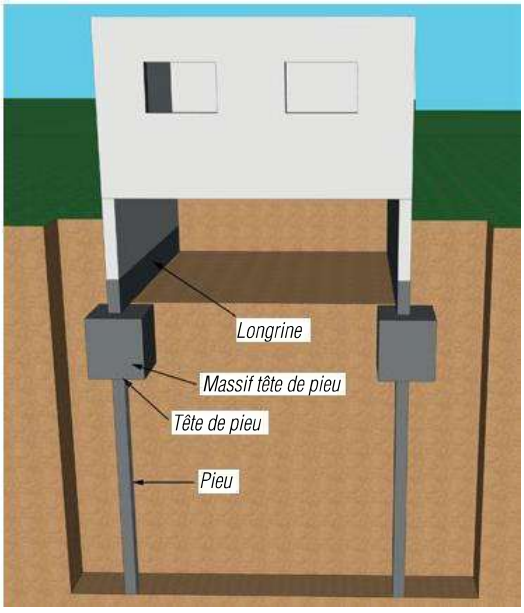
La résistance est fournie par deux critères :

- l'ancrage à la base de la fondation (la charge est transmise directement dans le bon sol), c'est la résistance de pointe ;
- la qualité des frottements le long des faces de la fondation (la charge est absorbée par le terrain qui entoure le fût).

Les principaux types de pieux sont :

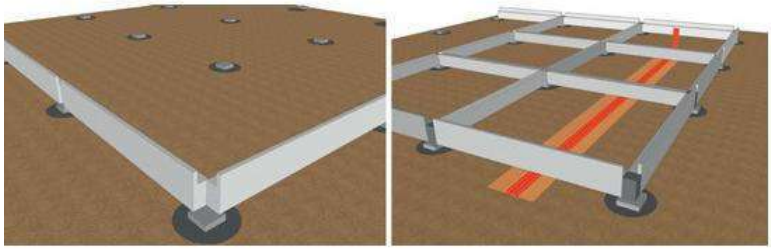
- les pieux forés ;
- les pieux foncés ;
- les pieux à tube battu ;
- les colonnes ballastées.

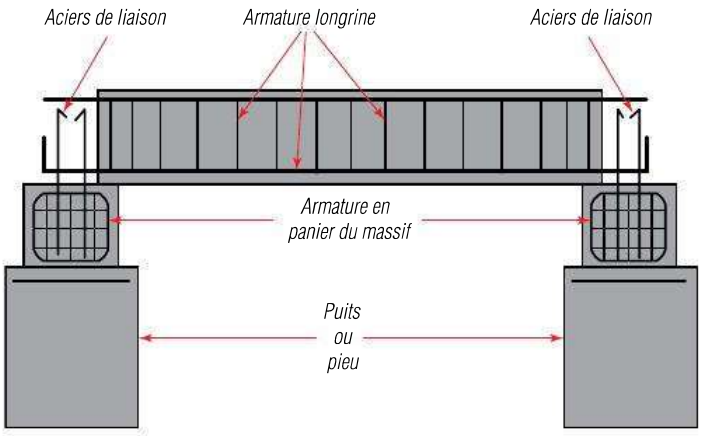
Lors du coulage, le mauvais béton remonte en partie haute du pieu. Aussi il est cassé, cette opération se nomme recépage, et des massifs nommés têtes de pieux sont coulés pour recevoir les longrines.



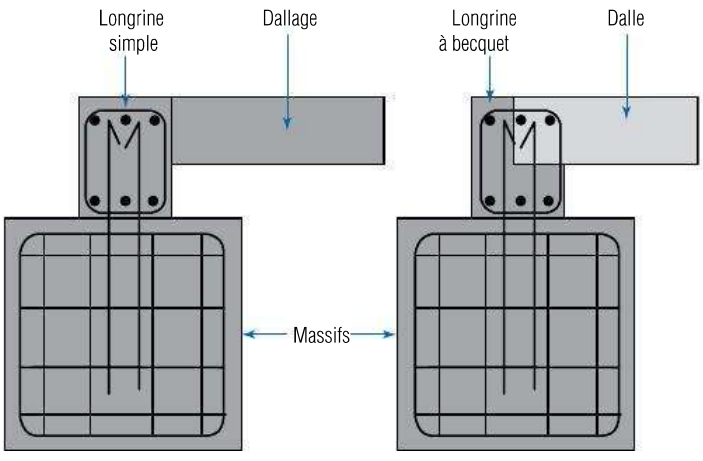
3.5.4.3 Longrines

Les longrines sont des poutres servant à relier des massifs de fondation (ou parfois des semelles). Elles servent à répartir le poids des murs situés au-dessus et à reporter les charges vers les fondations.





Coupe longitudinale



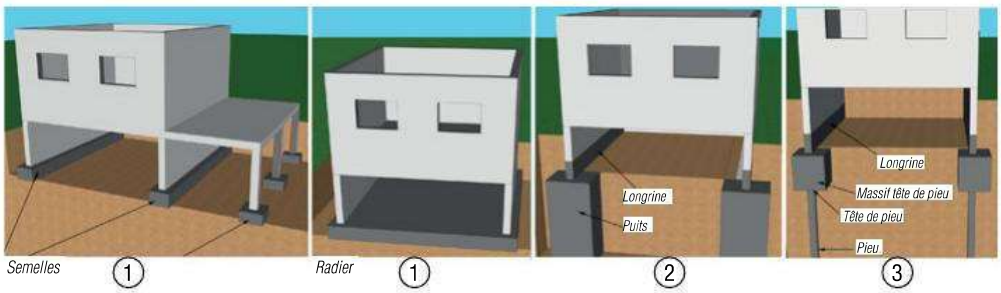
Coupe transversale

Exercice

Fondations

Questions

1. D'après les images ci-dessous, indiquer les numéros devant les noms des différentes catégories de fondations.



___ - Fondation semi-profonde ___ - Fondation superficielle ___ - Fondation profonde

2. Qu'est-ce qu'une longrine ? (Entourer la bonne réponse.)

a. Un massif posé sur un pieu

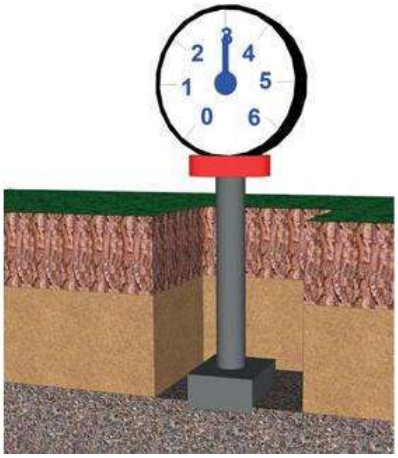
b. Un dallage porté

c. Une poutre de fondation

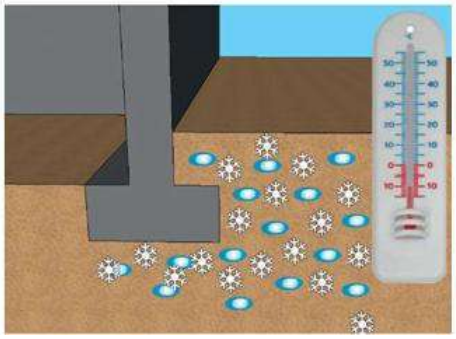
3. Quel est l'enrobage minimal des aciers en fondation ? (Entourer la bonne réponse.)

a. 1 cm b. 2 cm c. 3 cm d. 4 cm e. 8 cm

4. D'après les images ci-dessous, indiquer les deux critères impératifs afin d'asseoir une fondation.



Recherche du bon sol.
Jusqu'à 3 bars le sol résiste.



5. Indiquer la fonction manquante d'un béton de propreté.

a. Bien isoler les aciers de la terre.

b. Faciliter le nettoyage du fond de fouille.

c. Permettre le traçage.

d. Assurer une bonne mise en œuvre du coffrage.

e. _____

Réponses

1. Fondation semi-profonde n° 2 ; fondation superficielle n° 1 ; fondation profonde n° 3.

2. Une longrine est une poutre de fondation : réponse c.

3. Enrobage minimal des aciers en fondation : 4 cm, réponse c.

4. Atteindre le bon sol et mettre la fondation hors gel.

5. Empêcher la décompression du sol.

www.GCAlgerie.com

POUR EN SAVOIR PLUS

Choix de la technique de fondation

Les techniques employées sont choisies en fonction des conditions de réalisation (terrain et ouvrage) mais dépendent aussi de l'enveloppe financière accordée aux fondations. Par exemple, certaines fondations profondes (pieux) peuvent être remplacées par des structures en radier fondées sur un terrain préconsolidé. Cette solution est souvent adoptée pour les maisons individuelles, pour lesquelles des fondations profondes seraient trop onéreuses. Le choix de la fondation dépend également des délais imposés par le maître d'ouvrage, qui souvent sont tels que les méthodes de traitement des terrains par préchargement sont impossibles à mettre en œuvre.

Types de fondations

Rappels : sous un bâtiment, on peut mettre en place trois principaux types de fondations :

- superficielles : semelles filantes, semelles isolées, radier général ;
- semi-profondes : les puits, qui ont une profondeur de 1 à 8 m et sont reliés entre eux par des longrines (poutres de fondation) ;
- profondes : les pieux, qui sont des éléments fins, souvent de forme cylindrique. Leur profondeur va en général de 8 à 20 m. Comme les puits, ils sont reliés entre eux par des longrines.

Le choix de la fondation dépend directement du terrain et de la taille de l'ouvrage ; entrent donc en jeu plusieurs paramètres :

- la région (climat et zone sismique) ;
- l'étude de sol ;
- l'environnement ;
- le type de l'ouvrage et son utilisation.

L'environnement impose aussi des contraintes :

- construction voisine (dont les fondations sont proches) ;
- cas d'une extension ;
- terrain en pente ;
- construction près d'un cours d'eau, au bord d'une route à grande circulation ou d'une ligne ferroviaire ;
- construction enterrée ;
- accès au chantier, en particulier en site urbain ;
- etc.

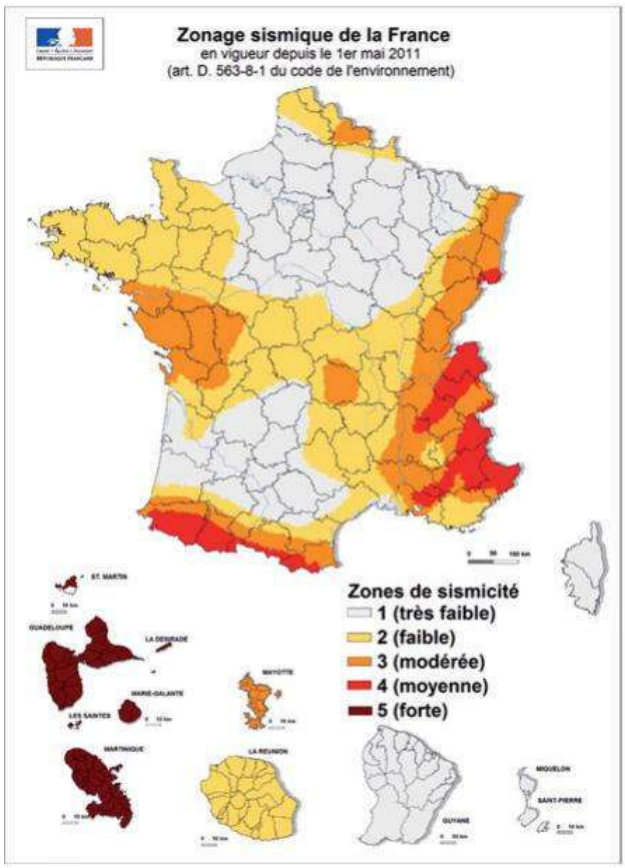
Il faut respecter autant que possible l'homogénéité des fondations lors d'un projet de bâtiment. Tous les éléments doivent être fondés sur le même système afin de limiter principalement les tassements différentiels. En revanche, on peut associer les systèmes (par exemple, en installant un radier sur un groupe de pieux pour former un bloc homogène).

Au sein d'un même ouvrage ou entre plusieurs ouvrages, de faibles mouvements engendrés par les variations de température ou par un tassement différentiel peuvent être absorbés par les joints de rupture et de dilatation :

- les joints de rupture évitent la transmission des efforts et permettent un léger mouvement mais sans supprimer l'interférence, par le sol, avec des fondations adjacentes ;
- les joints de dilatation sont le prolongement des joints de rupture dans l'infrastructure.

Zonage sismique de la France

Les règles parasismiques ne s'appliquent pas uniformément sur l'ensemble du territoire. Un zonage de la France a été effectué afin de moduler la réglementation en fonction des risques : cinq zones de sismicité ont été établies et sont applicables depuis le 1er mai 2011.

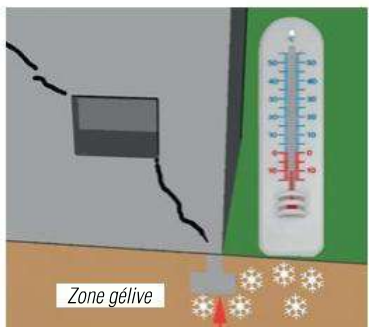


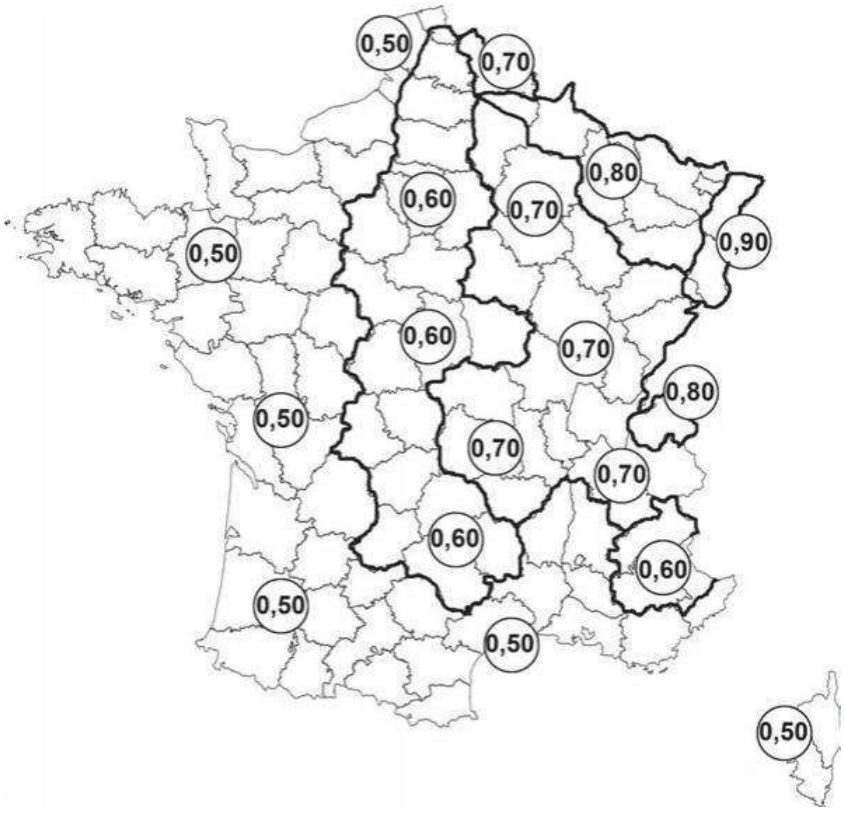
Niveau hors gel de la fondation

Les textes de DTU indiquent que les fondations doivent être descendues à une profondeur telle que leur base soit hors d'atteinte de la gelée.

NOTA

L'eau présente dans le sol participe à sa cohésion.





Carte de France des profondeurs hors gel

La carte indique la profondeur hors gel pour une altitude < 150 m.

Pour toute altitude supérieure à 150 m, on augmentera la profondeur hors gel de la fondation de 5 cm par tranche de 200 m.

On peut utiliser la formule suivante :

Profondeur hors gel = $d0 + [((A - 150)/200) \times 0,05]$

Avec :

$d0$: la valeur lue sur la carte en m

A : l'altitude de la construction

Exemples

Construction au centre de la France à 300 m d'altitude :

$0,60 \text{ m} + [((300 - 150)/200) \times 0,05] = 0,637 \text{ m}$ (arrondi à 0,65 m)

Construction à Nancy à 350 m d'altitude :

$0,80 \text{ m} + [((350 - 150)/200) \times 0,05] = 0,85 \text{ m}$

Fondations superficielles

Appelées aussi fondations directes, les fondations superficielles transmettent les efforts sur les couches proches de la surface. On les utilise quand les couches géologiques sont capables de supporter la construction.

Une fondation est considérée superficielle si la profondeur *d* (depuis le terrain naturel jusqu'à la base de la fondation) est inférieure à cinq fois la largeur *b* du massif de fondation.

Semelles

La géométrie des semelles est généralement celle du schéma ci-dessous : c'est une forme en « patte d'éléphant » composée d'une couche de forme surmontée d'une forme pyramidale qui se prolonge par l'élément porteur de la structure.

Cette forme caractéristique provient des contraintes qui s'appliquent à la fondation (une fondation large et peu épaisse casserait facilement et, inversement, un massif rectangulaire correspondrait à un surcoût inutile).

Sous les murs porteurs, cette semelle est continue : c'est une semelle filante. On peut trouver aussi ce type de fondations sous une file de poteaux très rapprochés. La longueur est très supérieure à la largeur et, habituellement, elles sont plus larges que l'élément à supporter.

Si la distance entre deux semelles voisines est trop faible, on peut les associer et aboutir, dans le cas ultime, à un radier général sous l'ouvrage.

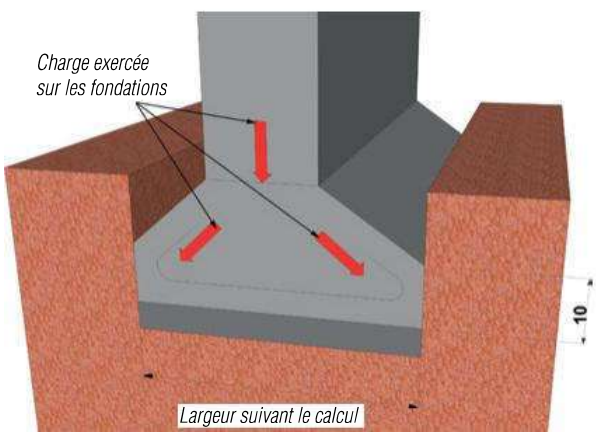
Sous des points d'appui isolés, on trouve des semelles carrées ou rectangulaires. Leur forme en coupe est la même, mais sur une base rectangulaire carrée. En général, les rapports de dimensions avec l'élément supportant les descentes de charges sont équivalents (par exemple, une semelle carrée supporte un pilier carré, plus petit).

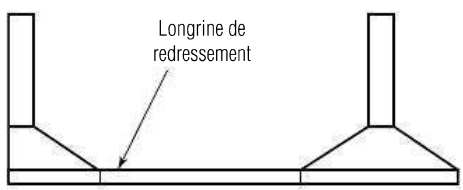
Parfois, on peut trouver des semelles ayant une forme autre : circulaire, en couronne.

Pour solidifier une semelle, il est possible de mobiliser à l'intérieur de la semelle des lignes de force obliques appelées bielles. Celles-ci favorisent la répartition des contraintes entre l'axe du pilier et la surface de base de la fondation.

Dans certains cas, la charge peut se trouver excentrée par rapport à la semelle. Il faut alors en tenir compte pour le calcul du taux de travail et, si nécessaire, utiliser des longrines de redressement. Les longrines permettent de recentrer les charges en utilisant le poids des semelles voisines.

Les semelles correspondent à la forme la plus simple de fondation, utilisable sous les édifices légers et sur des sols de bonne qualité.





Dans tous les cas, le fond de fouille doit se trouver hors gel et sur le bon sol.

L'enrobage des aciers doit être d'au moins 4 cm. Pour bien les isoler de la terre, il est préconisé de réaliser un béton de propreté de 5 cm sous la semelle.

La largeur, l'épaisseur des semelles et le diamètre des aciers dépendent de la nature du sol et du poids de la construction. Le dimensionnement est effectué par le bureau d'études.

Cependant l'armature minimale est de : 4 barres HA 8 avec, à chaque angle de la construction, 2 barres de reprise d'angle HA 10, et 4 en zone sismique.

Les caractéristiques courantes d'une semelle sont donc :

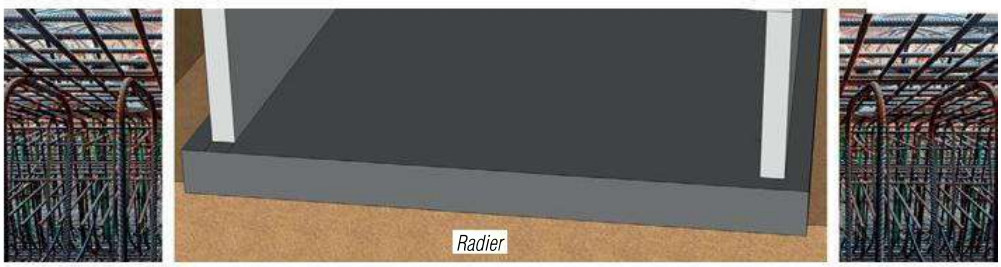
- largeur minimale (L) : 40 cm ;
- hauteur : L/2 avec un minimum de 20 cm ;
- enrobage : 4 cm ;
- ferraillage : 4 aciers filants HA 8.

! ATTENTION

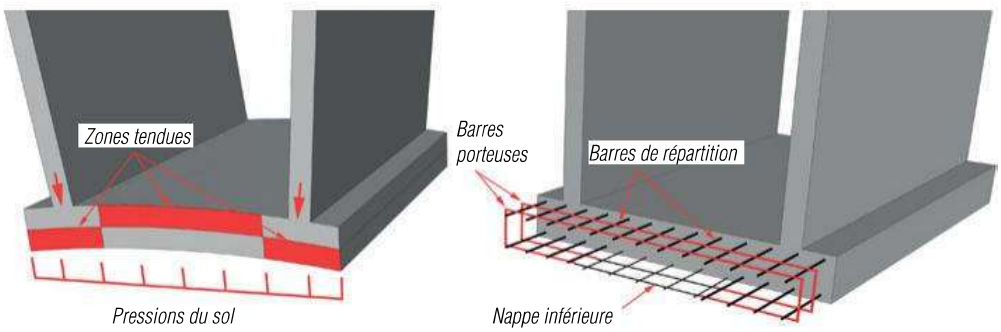
Dans le cas d'une construction en limite de propriété, il est impératif de prévoir la réalisation des fondations entièrement sur la propriété. Aussi on utilise des fondations excentrées ou décalées. Il faudra, dans certains cas, placer des longrines de redressement.

Radier

On trouve de nombreux types de radiers.



Le radier nécessite une armature particulière et importante. Le poids du bâtiment crée dans le radier des zones tendues (en rouge dans le schéma). Ces zones de traction doivent être renforcées par les aciers principaux, et il sera important de maintenir la nappe supérieure par des écarteurs de nappe.



En cas de passage obligé de canalisations diverses, ces réseaux ne doivent pas être concentrés afin de ne pas modifier la portance du terrain, ce qui entraînerait des désordres.

Cuvelage

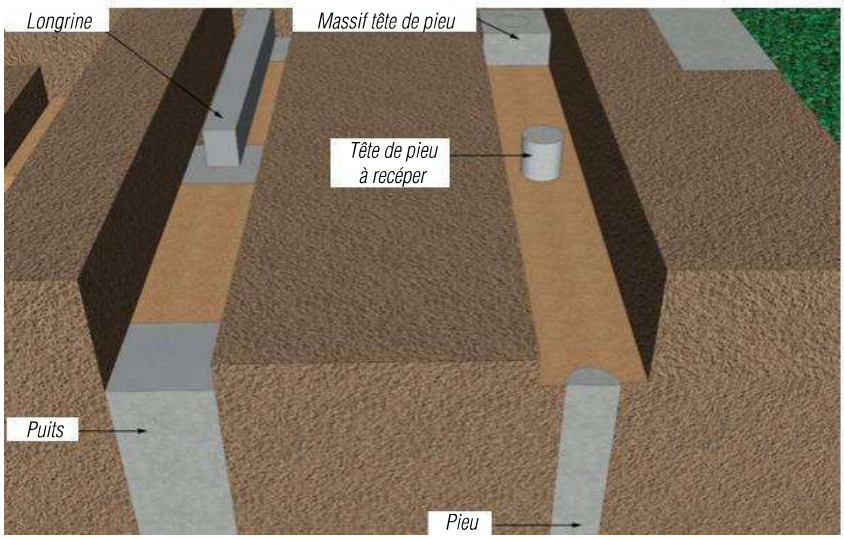
C'est un revêtement d'étanchéité appliqué sur la structure interne ou externe d'un ouvrage afin d'éviter la pénétration de l'eau. Dans certains cas, le rôle du cuvelage peut être assuré par la structure (utilisation de bétons spéciaux). La plupart du temps, le cuvelage est lié à un radier car c'est la seule structure qui s'étende sous tout l'ouvrage. Sur des semelles, on applique quelquefois une couche de goudron bitumineux sur la partie supérieure des fondations afin d'éviter les problèmes d'humidité.

Fondations profondes

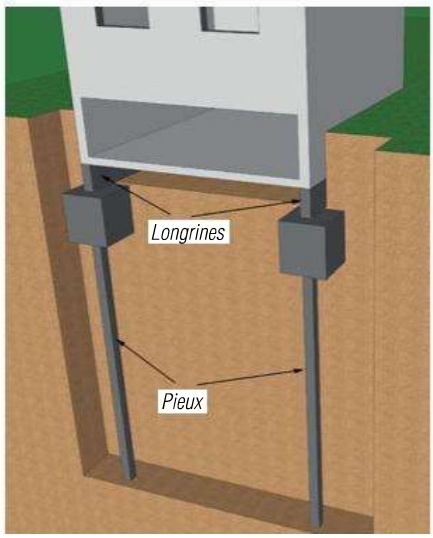
Puits

On effectue des puits et longrines pour une question d'économie de terrassement et de béton quand le bon sol se trouve beaucoup plus bas que le niveau hors gel. Les puits peuvent être prolongés jusqu'à la surface du sol par des longrines. L'armature préfabriquée convient bien dans ce cas de figure.

Un puits peut être élargi à la base (dans les sols présentant la cohésion suffisante), en une structure en « patte d'éléphant ».



Pieux



Si le sol d'assise est situé à une profondeur telle qu'il ne peut pas être atteint par des moyens classiques, les charges sont reportées jusqu'à lui par l'intermédiaire de fondations profondes. Comme vu plus haut, la résistance est fournie par deux critères :

- l'ancrage à la base de la fondation (résistance de pointe) : la charge est transmise dans le bon sol, en général on traverse au moins 30 cm du sol d'assise ;
- la qualité des frottements le long des faces latérales de la fondation : la charge est absorbée par le terrain qui entoure le fût du pieu. Le risque majeur avec ce critère est le frottement négatif : si le terrain se tasse, le pieu est entraîné par ce mouvement et s'enfonce.

Ces deux systèmes, appui de la pointe et frottement latéral, peuvent être utilisés séparément ou combinés, suivant la nature du sol.

Il existe de nombreux types de fondations profondes entrant dans la construction de bâtiments. Leur classification est compliquée car elle est fonction du type de matériaux, des rapports de longueur et profondeur et de la mise en œuvre. Les principaux types sont les suivants :

- pieux façonnés à l'avance ;
- pieux forés ;
- pieux foncés ;
- pieux à tube battu exécutés en place ;
- colonnes ballastées ;
- micropieux.

Les pieux présentent une force portante élevée mais restent très sensibles aux contraintes horizontales (cisaillement et flambement).

NOTA

Les pieux sont également employés dans le cas de bon sol à faible profondeur lorsque les charges sont très importantes et les tassements différentiels préjudiciables. Cette utilisation s'apparente à un traitement du terrain.

Lors du coulage du pieu avec un tube plongeur, la terre, la boue se mélangent avec le béton en fond de pieu. Ce mauvais béton remonte en surface sur environ 1 m. Il faut donc le supprimer, cette action se nomme le recépage. Sont ensuite réalisés des massifs dits têtes de pieux qui recevront les longrines.

Mauvais béton sur tête du pieu

Armature du pieu

Entre pieux : terrassement et béton de propreté

Recépage des pieux

Micropieux

Un forage est effectué et rempli par un coulis de ciment dosé au minimum à 1 200 kg/m^3. Le micropieu est équipé sur toute sa hauteur d'une armature métallique (barre ou tube). Après recépage du micropieu à la cote désirée, une platine est mise en place pour effectuer une jonction entre le massif de béton armé et le micropieu.

Les micropieux sont utilisés, entre autres, pour les maisons individuelles ou dans des contextes à faible accessibilité (sous une charpente conservée, dans un lieu très exigu…). On s'en sert dans les cas suivants :

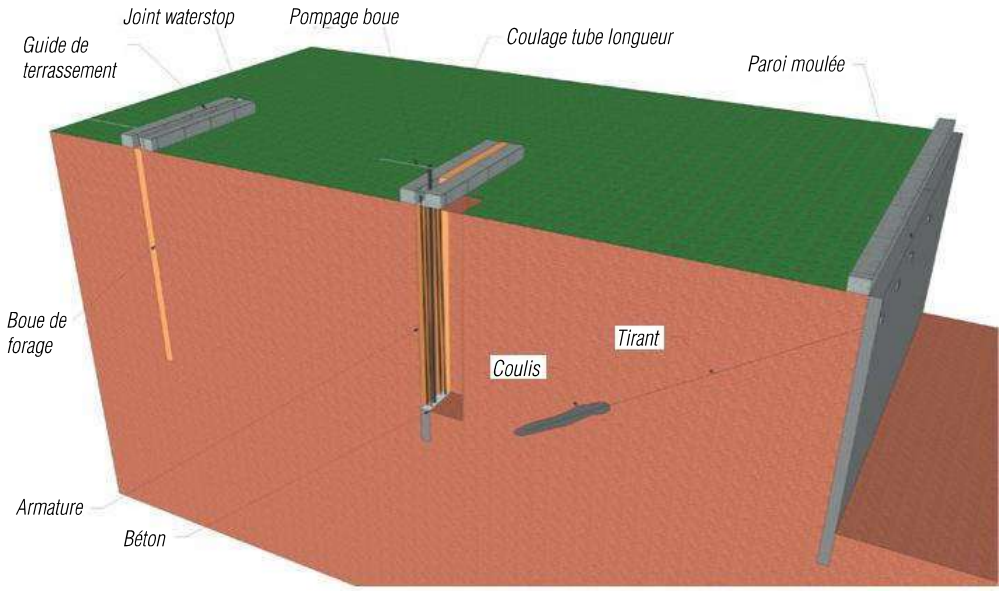
- stabiliser des fondations existantes qui s'affaissent ;
- renforce des fondations existantes pour permettre des charges supplémentaires (étage, agrandissement, etc.) ;
- réhabiliter une maison ;
- réaliser des fondations dans des terrains durs (bétonnés) sans endommager les ouvrages existants.

Parois moulées

Une paroi moulée est un voile de béton que l'on moule directement dans le sol. Elle est calepinée en panneaux de 2 à 8 m de large en moyenne. On crée la paroi en réalisant un panneau sur trois, puis la série suivante et enfin la dernière.

Le principe de construction est le suivant :

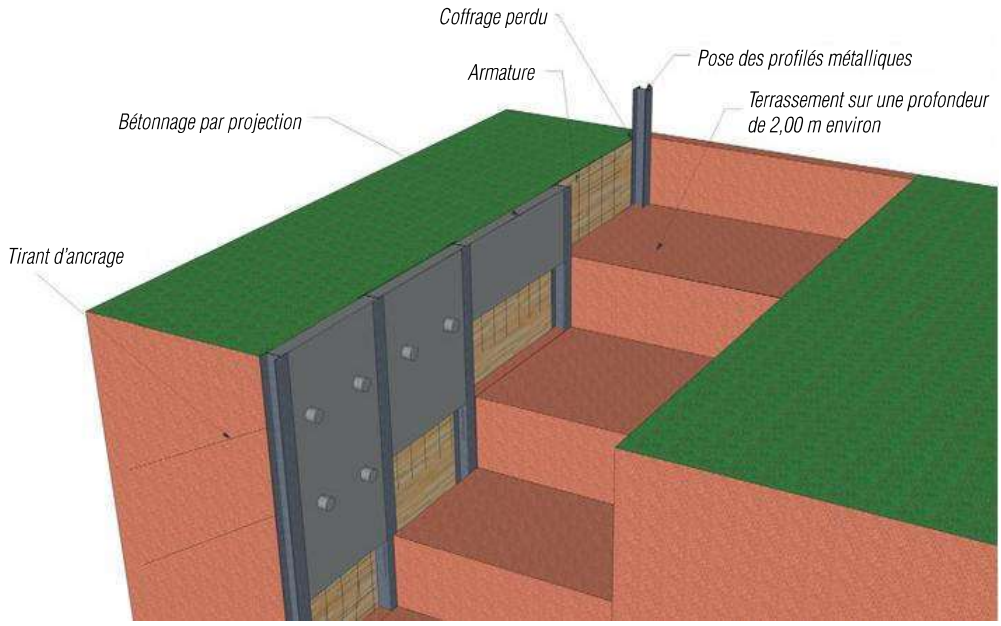
- pose de guides de terrassement en béton sur la surface ;
- enlèvement des terres à la benne preneuse (trépan-benne) entre les guides, jusqu'à la profondeur voulue ;
- injection de la boue de forage afin de conserver une pression constante sur les parois ;
- pose des armatures ;
- coulage au tube plongeur ;
- pompage et récupération de la boue de forage.



Il est possible de renforcer ces parois par des tirants constitués d'une armature continue de diamètre 30 ou 40 mm (barre unique ou faisceau de barres, tube, fils ou torons parallèles, câble). Cette armature est scellée dans un forage sur une partie de sa longueur, par injection de coulis ou de mortier de scellement, ou ancrée mécaniquement dans un terrain.

Parois berlinoises

Ce type de paroi est utilisé principalement comme paroi provisoire servant de coffrage dans les parties souterraines d'un ouvrage.



Clous et tirants d'ancrage

Ces éléments, provisoires ou définitifs, contribuent à la stabilisation d'un ouvrage. Ils sont utilisés pour le maintien des pieux profonds susceptibles de subir des contraintes de cisaillement. Ils permettent aussi un ancrage du sol dans les régions où le risque de glissement est important.

On appelle tirant d'ancrage tout dispositif tendu servant à assurer la stabilité d'un ouvrage auquel il est fixé par l'une de ses extrémités, l'autre étant ancrée dans le terrain par injection de coulis de ciment. Le tirant peut être constitué par :

- des barres en acier ordinaire ou en acier à haute limite élastique ;
- des câbles toronnés en acier, du type acier de précontrainte ;
- des pieux tendus (en béton armé ou en métal) terminés ou non par un dispositif spécial d'ancrage au sol ;
- des fibres de verre (en vue d'une destruction ultérieure).

Cet ancrage peut être précontraint ou passif.

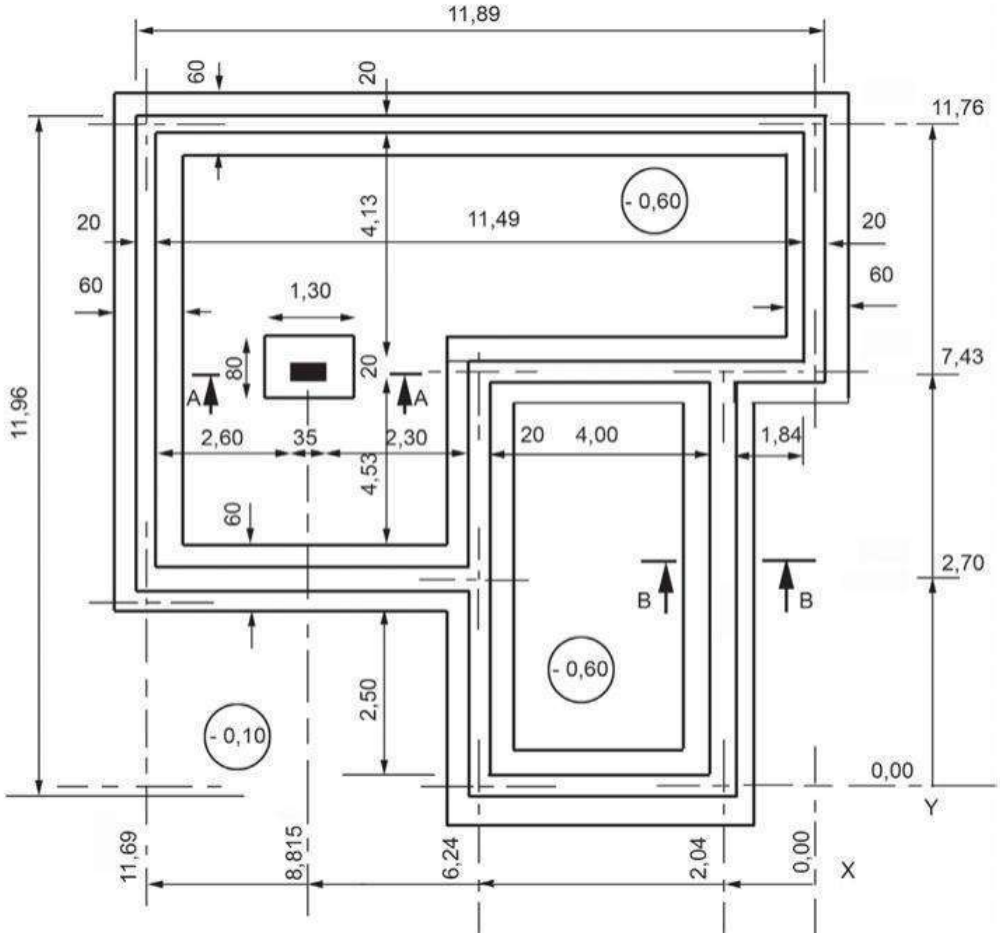
Application

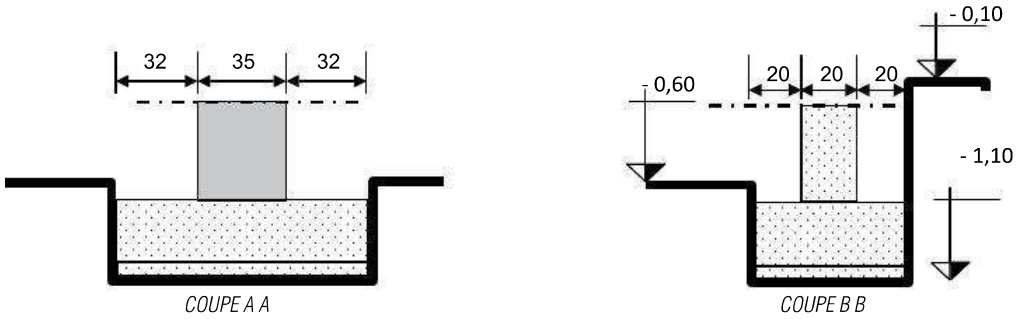
Calcul d'un volume à partir d'un plan

Pour passer la commande à la centrale béton, on souhaite calculer le volume de béton de propreté et de fondation.

On utilise le plan de fondation (ici d'une maison individuelle) et des données complémentaires.

L'échelle des documents graphiques est indéterminée, les cotes sont en mètres et centimètres.





Hauteur des semelles filantes : 40 cm.

Hauteur de la semelle isolée sous le poteau (P1) : 40 cm.

Niveau du fond de fouille : – 1,10 m pour toutes les semelles.

Épaisseur du béton de propreté : 5 cm.

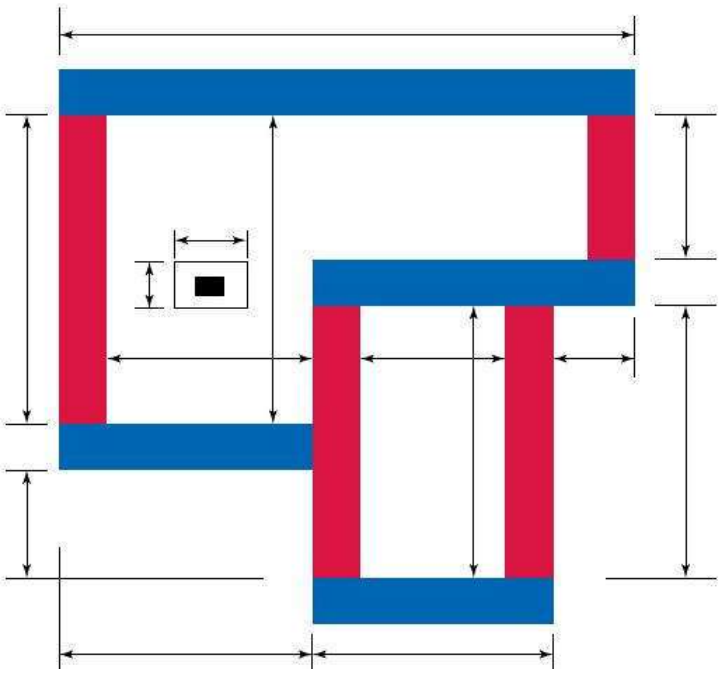
On demande de calculer le volume :

- *du terrassement au droit des semelles (uniquement les rigoles et semelles isolées) ;*
- *du béton de propreté ;*
- *du béton de fondation.*

Méthode A

*À partir de la cotation du plan, on recherche les cotes extérieures des semelles (cote **HO** ; hors de l'œuvre) et les cotes intérieures (cote **DO** ; dans l'œuvre).*

Sur un croquis on détaille les portions de semelles en éléments droits et on inscrit les cotes.



La somme des cotes bleues et rouges donne la longueur totale.

Attention, ce type de calcul dépend de la largeur de l'ouvrage (par exemple ici la fondation fait 0,35 m de large) : on ne peut pas garder la valeur obtenue en longueur de fondation pour la longueur de murs car leur épaisseur est différente.

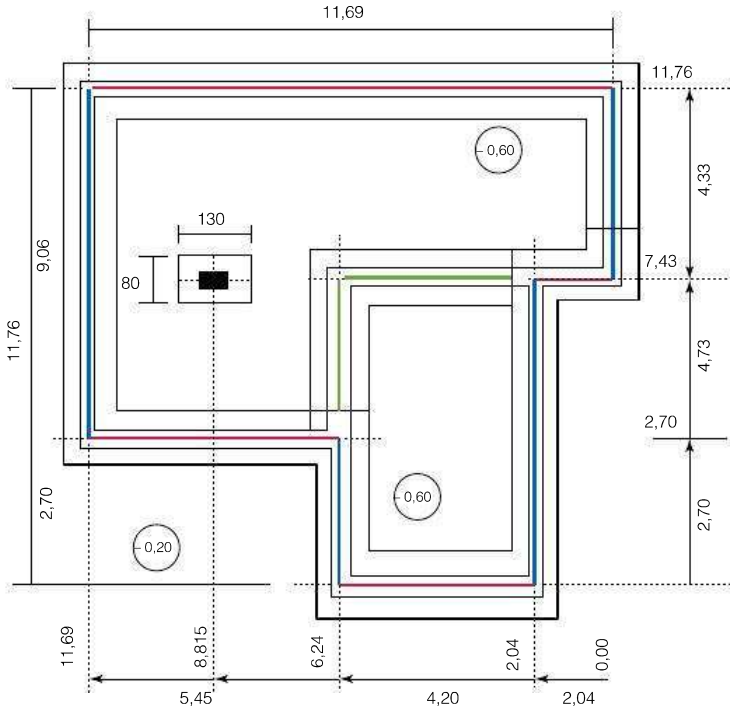
Méthode B

L'autre méthode de calcul consiste à prendre la longueur de toutes les portions de fondation à leur axe, c'est-à-dire que dans les angles on s'arrête à chaque fois à mi-mur.

Longueur des fondations :

cotes en bleu 11,69 × 2 + cotes en rouge 11,76 × 2 + cotes en vert 4,2 + 4,73
= 55,83 – 0,30 × 2 (à déduire sur cotes en vert) = 53,23 m.

Longueur des murs : 55,83 – (0,20 × 2) = 53,43 m.



Ces deux méthodes sont couramment utilisées pour établir des quantitatifs.

Une fois connue la longueur des fondations, on multiplie par la hauteur pour connaître le volume :

- *longueur × hauteur de la fouille pour le terrassement ;*
- *longueur × hauteur du béton de propreté pour ce dernier ;*
- *longueur × hauteur de la semelle pour le béton de fondation.*

Charges et résistance du sol

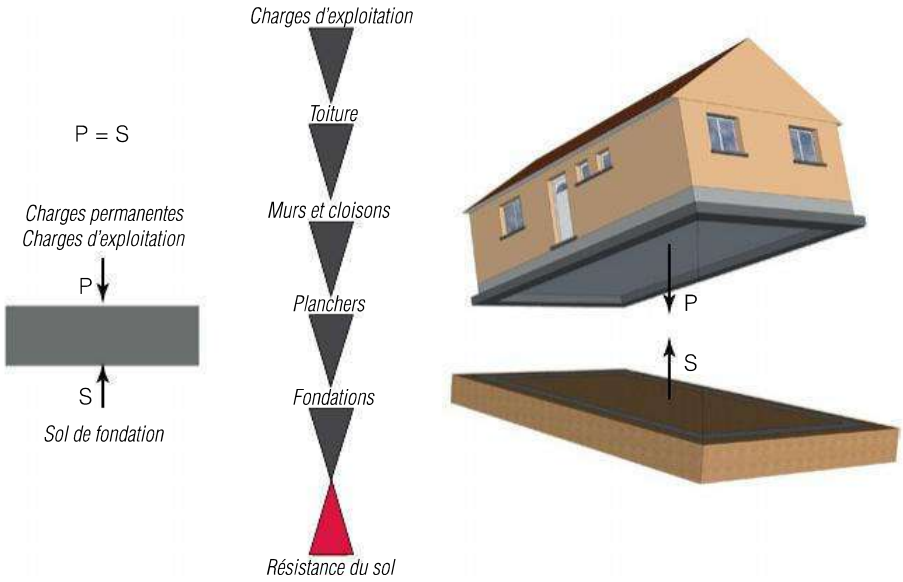
Le rapport de sol permet de connaître la constitution du terrain. Chaque couche du sol a une résistance différente.

Après avoir calculé les charges de la construction, le bureau d'études recherche le bon sol et détermine son taux de travail, aussi appelé capacité portante ou contrainte admissible, c'est-à-dire la charge qu'il est en mesure de recevoir sans s'affaisser. Cette mesure s'exprime en mégapascals (MPa) ou en bars.

On recherche un équilibre entre les forces descendantes (charges dues à la construction) et les forces montantes (résistance du sol).

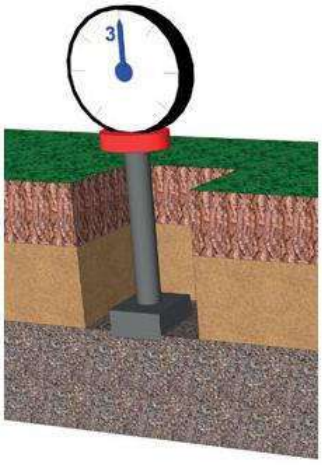
Un bâtiment est en équilibre sous l'action des forces P et S :

- égales (de même intensité),
- directement opposées.

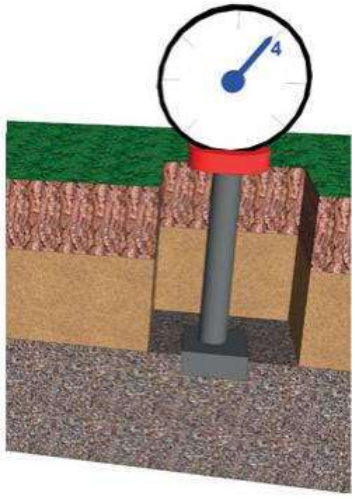


Exemple : pour une construction d'une charge totale de 800 tonnes pour une surface portante de 30 m^2, on a une charge de 800/30 = 26 666 daN/m^2 soit 2,7 daN/cm^2.

La résistance du sol doit donc être d'au moins 2,7 daN/cm^2 (2,7 bars).



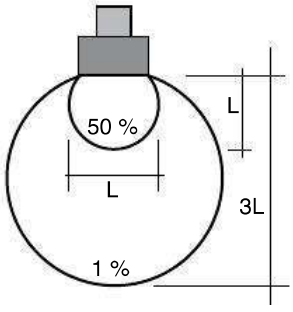
Dans notre exemple, jusqu'à 3 bars, le sol résiste



À partir de 4 bars, le sol se tasse

À SAVOIR

Il existe des bulbes de compression isolés sous les fondations et un bulbe de compression général sous tout l'édifice. Ce dernier peut être très différent et influencer une profondeur de terrain supérieure. Comme le montre le schéma, la profondeur d'action de la pression sur le sol devient négligeable à partir de trois largeurs de semelle.



Relation entre sol et fondation

Tableau des pressions admissibles courantes selon les natures de sol

Les sondages de sols sont une nécessité pour déterminer exactement la capacité portante d'un sol.

Nature du sol		Pression en daN/cm²
Remblais	Récent non tassé Ancien tassé	0,2 à 0,6 0,5 à 1
Terrains pulvérulents	Sable fin Sable plus ou moins argileux	1 à 2 2 à 3
Sols plastiques cohérents*	Argiles et marnes Argiles et marnes compactes	1 à 3 3 à 4
Roches compactes*	Calcaires, schistes, grès, granits Roches en masse profonde	5 à 20 > à 20
*Cohérent : difficiles à pétrir à la main. Compact : difficiles à émietter		

Poids indicatif d'une maison de 100 m²

Maison avec 40 ml de murs en dur, en béton, blocs béton, béton cellulaire ou briques.

	Poids total	Poids /ml
Maison plain-pied	Environ 140 à 180 tonnes	3 500 à 4 500 kg/ml
Maison sur sous-sol	Environ 180 à 230 tonnes	4 500 à 5 750 kg/ml
Maison sur sous-sol + étage	Environ 250 à 300tonnes	6 250 à 7 500 kg/ml

Tableau des conversions arrondies

1 Newton = 0,102 kg, nous arrondirons à 0,100 kg

		1N =	0,100kg
0,01 kN	1 daN =	10 N =	1,00 kg
0,1 kN	10 daN =	100 N	10,00 kg
1 kN =	100 daN =	1 000 N =	100,00 kg
10 kN =	1 000 daN =	10 000 N =	1 000,00 kg
1 kg =	10 N =	1 daN =	0,01 kN
10 kg =	100 N =	10 daN =	0,1 kN
100 kg =	1 000 N =	100 daN =	1 kN
1 000 kg =	10 000 N =	1 000 daN =	10 kN
10 000 kg =	100 000 N =	10 000 daN =	100 kN

Calcul de la surface d'une fondation

On a vu que les fondations servent à répartir de manière égale le poids de la construction sur le sol. Les éléments nécessaires au calcul sont :

- la force appliquée sur le terrain (charges) ;
- la limite de pression au sol (pression admissible).

Charges

La force appliquée sur le terrain dépend de l'ensemble des charges :

- charges permanentes (masse de la construction, masse des fondations) ;
- charges d'exploitation ;
- charges climatiques.

Dans la plupart des cas, il est nécessaire de calculer cette charge.

Pression admissible au sol

La pression admissible (σ) est exprimée en daN/cm^2. S'il n'existe aucune étude préalable de la résistance du sol, on peut se servir, pour les cas simples (par exemple, les installations de chantier), des valeurs du tableau des pressions admissibles courantes vu plus haut.

Si le sol est de qualité irrégulière (par exemple une zone de remblai), il est indispensable de procéder à une étude géotechnique.

Calcul de la surface d'une fondation

Pour calculer la surface que doit avoir une fondation, on divise la charge F par la pression admissible du terrain :

$$S = F/\sigma$$

avec :

S : aire de la fondation en cm^2 ;

F : charge en daN ;

σ : pression admissible du sol en daN/cm^2.

Ce qui donne aussi :

$$F = S \times \sigma \text{ et } \sigma = F/S$$

Cette formule sert à connaître la surface totale des fondations d'un bâtiment donné.

Dans le cas de fondations isolées, la charge globale de la construction peut être divisée par le nombre de fondations prévues et le calcul est fait pour une fondation.

Calcul de la hauteur d'une semelle

Semelle non armée

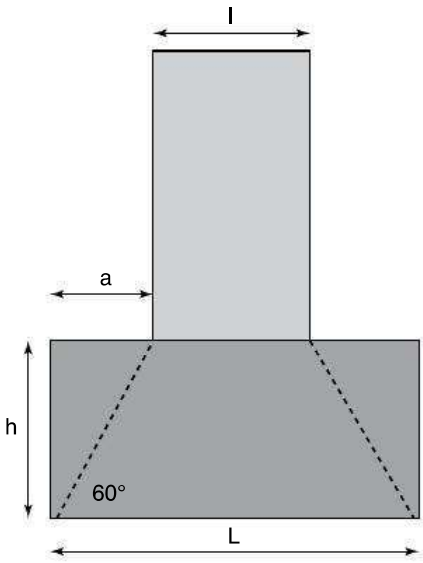
Les forces se répartissent dans le béton avec un angle de 60°. Par la trigonométrie, on peut trouver l'épaisseur de la fondation *h* en multipliant la valeur de *a* par la tangente de 60°. La tangente de 60° est égale à √3.

$$h = a \cdot \sqrt{3}$$

Exemple : un mur de 20 cm repose au milieu d'une fondation de 60 cm de large, donc $a = 20$ cm.

Son épaisseur doit donc être de :

$$h = 20 \cdot \sqrt{3} = 20 \times 1{,}732 = 35 \text{ cm}$$



NOTA

L'épaisseur minimale d'une fondation non armée est de 30 cm. Lorsque l'épaisseur de la fondation est trop importante, une fondation armée peut s'avérer plus économique.

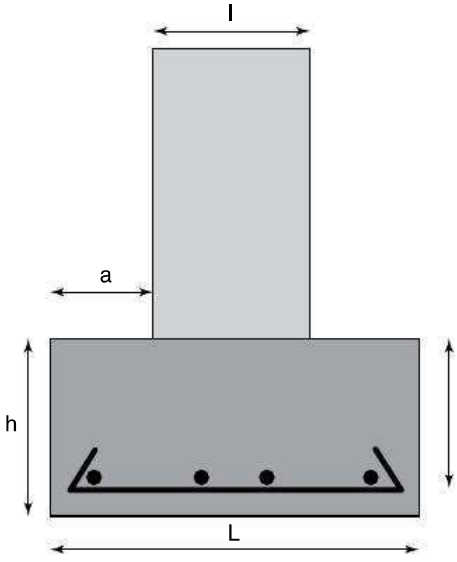
Semelle armée

Les semelles continues ou filantes sont généralement armées, celles situées sous les murs peuvent ne pas comporter d'armatures transversales si les conditions ci-dessous sont remplies :

- le mur transmet à la semelle une charge verticale uniforme et centrée ;
- la hauteur *h* de la semelle est au moins égale au double du débord + 4 cm.

Soit $h \geq 2 \cdot a + 4$ cm avec $a = (L - l)/2$

Ce rapport peut aussi être formulé : $2 \cdot a \leq h - 4$



Application

Calcul de la surface d'une semelle

Rappels :

Contrainte admissible du sol σ = force F / surface S ; donc : S = F/σ

Surface de la fondation cm^2 = (poids des charges supportées + poids de la fondation)/σ.

Masse du béton : 2 500 kg/m^3

Données :

Une maison de plain-pied a une charge totale en bas de murs de 8 000 kg/ml.

La résistance du sol σ est de 1,5 daN/cm^2.

Les dimensions pressenties pour les semelles sont : hauteur = 0,40 m, largeur = 0,45 m.

Calcul :

Poids de la fondation par mètre linéaire :

$$0{,}45 \times 1 \times 0{,}40 = 0{,}180\ m^3 \times 2\,500 = 450\ kg$$

Poids total sur 1 ml (charges + 1 ml de fondation) en Newtons :

$$F = (8\,000 + 450) \times 10 = 84\,500\ N$$

Surface de 1 ml de fondation :

$$0{,}45 \times 1 = 0{,}45\ m^2$$

Sachant que σ = F/S :

$$\sigma = 84\,500/0{,}45 = 188\,000\ N/m^2$$

$$\text{soit } 188\,000/10\,000 = 18{,}8\ N/cm^2$$

$$18{,}8/10 = 1{,}88\ daN/cm^2$$

Ce sol peut-il recevoir cet ouvrage ?

Non, la force appliquée par la construction est de 1,88 daN/cm^2 ce qui est supérieur à la résistance du sol (1,50 daN/cm^2).

Il faut donc élargir la largeur de la semelle afin d'augmenter la surface d'appui.

Rectification des dimensions de la semelle :

Pour ajuster les dimensions de la semelle on calcule son poids sur 1 ml avec b comme largeur :

$$(b \times 0{,}40 \times 1\ ml) \times 2\,500 = 1\,000\ b\ (en\ daN)$$

$$\text{soit } 10\,000\ b\ (en\ N)$$

Poids total sur 1 ml (charges + 1 ml de fondation) en Newtons :

$$80\,000 + 10\,000\ b$$

Surface de la fondation :

$$b \times 1\ ml = b$$

Avec σ = F/S et σ = 1,5 daN/cm² = 150 000 N/m², on a :

$$150\,000 = (80\,000 + 10\,000\,b)/b$$

$$\text{soit } 150\,000 = (80\,000/b) + [(10\,000\,b)/b]$$

$$\text{soit } 150\,000 - 10\,000 = 80\,000/b$$

$$\text{Soit } b = 80\,000 / 140\,000 = 0{,}57 \text{ m arrondi à } 0{,}60 \text{ m}$$

Vérifions :

$$0{,}60 \times 1 \times 0{,}4 \times 2\,500 = 600 \text{ kg} + 8\,000 \text{ kg} = 8\,600 \text{ kg} = 86\,000 \text{ N}$$

Surface pour 1 ml :

$$0{,}60 \times 1 = 0{,}60 \text{ m}^2$$

σ = F/S donne :

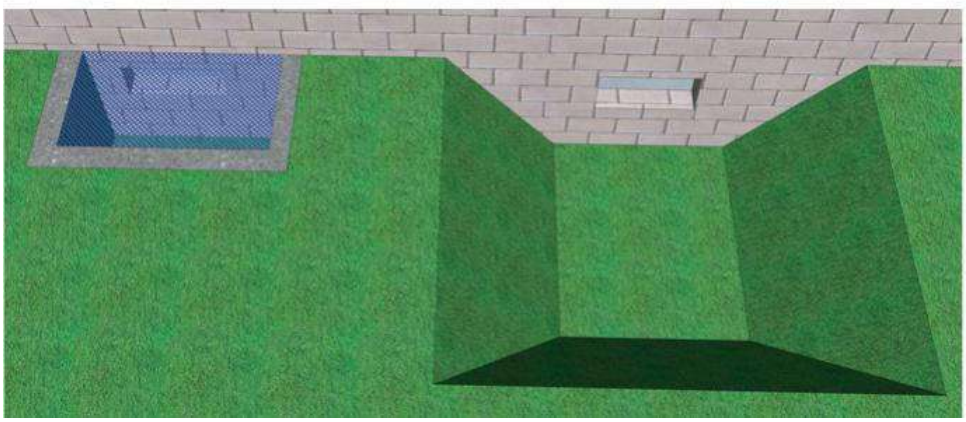
$$150\,000 = 86\,000 / 0{,}60 = 143\,333 \text{ N/m}^2$$

$$\text{soit } 143\,333 / 10\,000 = 14{,}3 \text{ N/cm}^2 = 1{,}43 \text{ daN/cm}^2$$

La contrainte exercée est bien inférieure à la contrainte admissible du sol, la semelle est donc correctement dimensionnée.

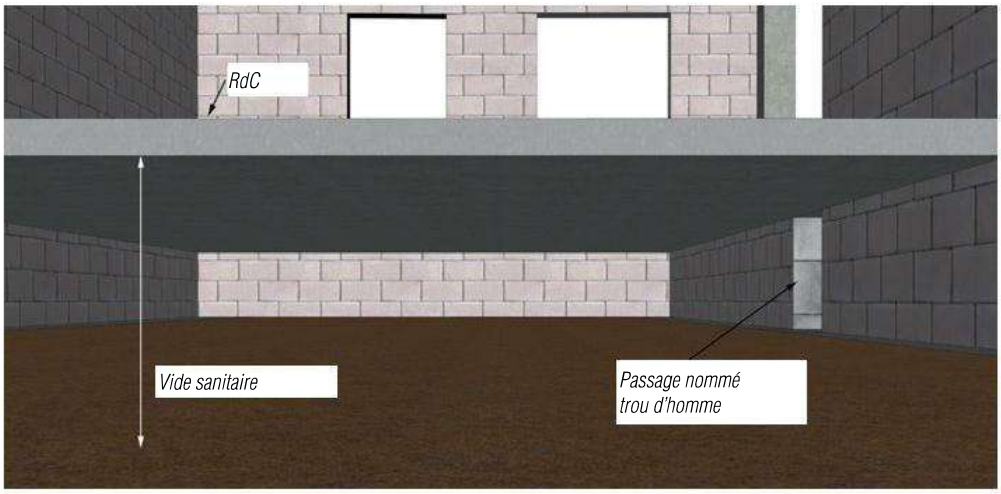
Éléments associés au niveau bas d'une construction

Une cour anglaise est un espace aménagé à l'extérieur pour éclairer une fenêtre en sous-sol. Avec la même fonction que la cour anglaise, le saut-de-loup est plus réduit et clos par une petite maçonnerie munie d'une grille.



Saut-de-loup **Cour anglaise**

Le vide sanitaire est considéré comme accessible s'il a une hauteur supérieure à 0,60 m et une trappe d'accès. L'accessibilité peut se limiter à un passage de même hauteur (0,60 m) sur le parcours de la tuyauterie ainsi qu'entre ce parcours et la trappe d'accès.



Un vide sanitaire est considéré comme ventilé lorsque la section totale libre des ouvertures, exprimée en cm^2 (So) est au moins égale à cinq fois la surface horizontale du vide sanitaire, exprimée en m^2 (S).

$$So = 5 \times S$$

Exemple : pour un vide sanitaire de 100 m^2 de surface :

$$5 \times 100 = 500$$

La ventilation minimale doit être de 500 cm^2 (soit trois ventilations de diamètre 150).

Exercice

Semelle isolée

Questions

Pour maintenir une enseigne de 3 500 kg, on souhaite réaliser deux poteaux de section 30 × 30 cm d'une hauteur totale de 4,50 m surmontés d'une poutre de 6 ml, de section 30 × 50 cm.

Les poteaux reposent sur deux semelles isolées carrées de 60 × 60 cm, d'une épaisseur de 40 cm de béton (masse volumique du béton : 2 500 kg/m^3).

1. *Quelle sera la contrainte appliquée sur le sol en daN/cm^2 ? Détailler les calculs et conclure.*
2. *La portance du sol est de 0,9 daN/cm^2. Quelle devra être la surface d'appui des fondations ?*
3. *Quelle sera la dimension du côté des semelles carrées ?*

Réponses

1. Calcul des volumes et de la charge

Poteaux : 2 × 0,30 m × 0,30 m × 4,50 m = 0,810 m^3

Poutre : 0,30 m × 0,50 m × 6,00 m = 0,900 m^3

Semelles : 2 × 0,60 m × 0,60 m × 0,40 m = 0,288 m^3

Poids total des éléments en béton : (0,810 m^3 + 0,900 m^3 + 0,288 m^3) × 2 500 kg/m^3 = 4 995 kg, soit 4 995 daN

F = 4 995 daN + 3 500 daN (enseigne) = 8 495 daN

S = (60 cm × 60 cm) × 2 = 7 200 cm^2

La contrainte appliquée au sol est de : 8 495 daN / 7 200 cm^2 = 1,18 daN/cm^2

Elle est trop importante car la contrainte admissible du sol est de 0,9 daN/m^2.

2. Calcul de la surface d'appui

S = F/σ (surface d'appui = force exercée/contrainte admissible)

S = 8 495 daN / 0,9 daN/cm^2 = 9 438,8 cm^2

3. Calcul de la dimension du côté de la semelle

9 438,8 cm^2 / 2 = 4 719,4 cm^2 pour 1 semelle

Côté = √4 719,4 cm^2 = 68,7 cm

On arrondit à 70 cm.

On est au-delà des 60 cm prévus initialement, on vérifie donc le calcul avec des semelles de 70 cm de côté :

Poids des deux semelles : (0,70 × 0,70 × 0,40) × 2 = 0,392 m^3

Poids total des éléments en béton : (0,810 m^3 + 0,900 m^3 + 0,392 m^3) × 2 500 kg/m^3 = 5 255 kg, soit 5 255 daN

Surface des semelles : (70 cm × 70 cm) × 2 = 9 800 cm^2

Contrainte appliquée au sol : (5 255 + 3 500) / 9 800 = 0,893 daN/cm^2

La contrainte est correcte au vu de la contrainte admissible du sol qui est de 0,9 daN/m^2.

Chapitre 4
Assainissement et canalisations

L'assainissement consiste à **recueillir** et à **évacuer** les eaux polluées provenant des constructions (habitations, bâtiments publics, entreprises…). Ces eaux sont ensuite traitées (en station d'épuration généralement) afin de supprimer le maximum d'éléments de pollution avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

Divers types d'eaux sont à évacuer :

- eaux pluviales (**EP**), en provenance des toitures ;
- eaux-vannes (**EV**), en provenance des sanitaires (W.-C.) ;
- eaux usées (**EU**), appelées quelquefois eaux ménagères (**EM**), en provenance des cuisines, salles de bains, siphons de sol, etc.

Les travaux de **VRD** (voirie et réseaux divers) concernent les voies de desserte et l'ensemble des réseaux d'alimentation, assainissement et drainage d'une construction.

4.1 Types d'assainissement

4.1.1 Assainissement collectif

En assainissement collectif, les eaux peuvent être recueillies dans un réseau unitaire (les EP sont mêlées aux EU et EV) ou dans un système séparatif qui comprend deux égouts :

- un égout général (EU, EV) ;
- un égout pluvial (EP).

L'objectif est alors de rejeter directement les eaux pluviales (EP) dans un cours d'eau afin de ne pas surcharger la station d'épuration qui doit sinon être dimensionnée en conséquence.

On transporte les eaux usées (EU et EV) via le tout-à-l'égout (TAE) vers une station de d'épuration (SE) afin que ces eaux soient traitées avant d'être rejetées dans les cours d'eau.

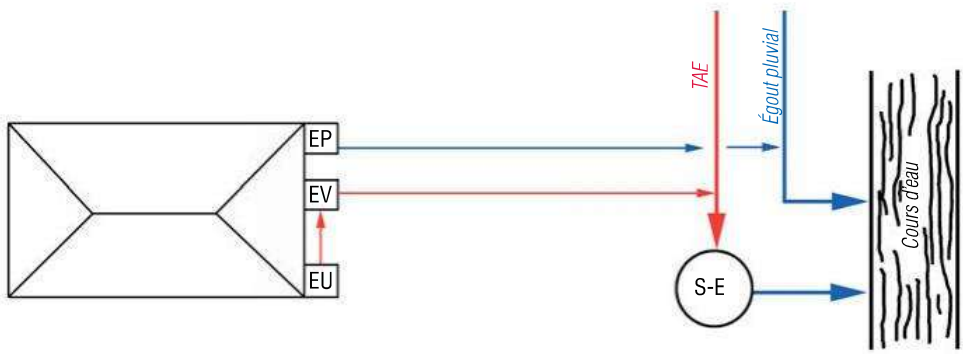


Schéma de principe de l'assainissement

SE : station d'épuration – TAE : tout-à-l'égout

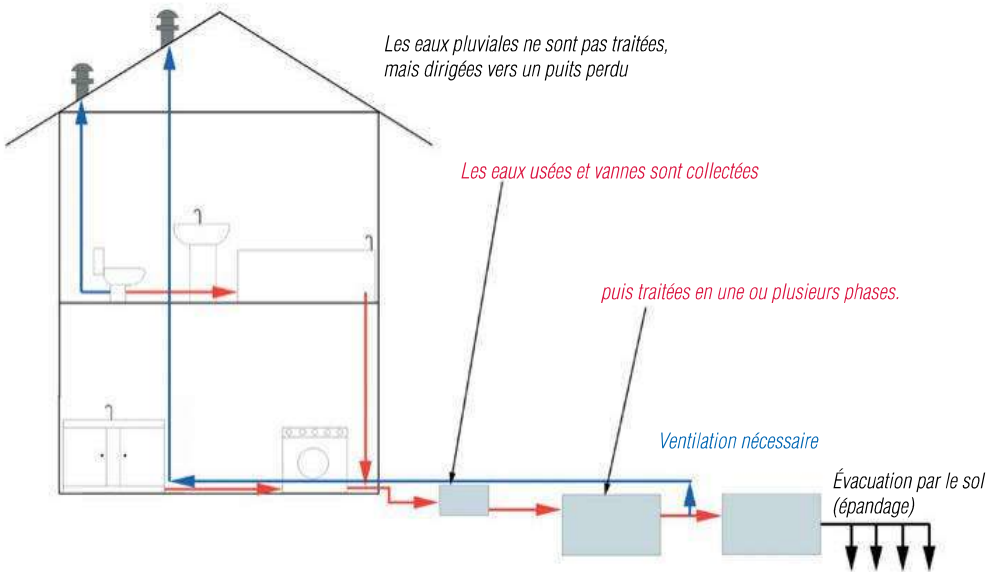
4.1.2 Assainissement individuel

Une installation d'assainissement non collectif (ANC) désigne toute installation assurant la collecte, le transport, le traitement et l'évacuation des eaux usées domestiques ou assimilées à l'échelle d'une seule habitation.

La collecte et le transport des eaux usées en sortie d'habitation sont effectués par un dispositif de collecte (boîte, etc.) suivi de canalisations.

Le traitement des eaux usées est réalisé soit dans le sol en place soit dans un sol reconstitué, avec traitement en amont par une fosse septique toutes eaux, selon un dispositif de traitement bénéficiant d'un agrément ministériel. L'ANC peut aussi être assuré par d'autres systèmes agréés : filtre planté, microstation.

L'évacuation des eaux usées domestiques traitées est réalisée en priorité par infiltration dans le sol ou, à défaut, par rejet vers le milieu hydraulique superficiel (cours d'eau, fosse…).



Système d'ANC avec traitement par fosse et épandage

4.2 Canalisations

Le terme « canalisation » est employé pour toutes les amenées : les canalisations acheminent l'eau potable, l'électricité, le gaz et les télécoms. Ces réseaux sont soumis à des règles précises quant à leur profondeur, l'espacement entre eux ou encore les matériaux utilisés.

Les règles principales sont les suivantes :

- L'arrivée d'eau doit se trouver à une profondeur hors gel.
- Toutes les gaines doivent reposer sur un lit de sable de 10 cm et être recouvertes de sable ou d'éléments fins sur 20 cm. Les gaines sont munies de tire-fils.
- Un grillage avertisseur doit être positionné au-dessus des canalisations, à 20 cm minimum.

- Les grillages avertisseurs et gaines doivent respecter les couleurs attribuées à chaque type de canalisation : bleu pour l'eau, rouge pour l'électricité, jaune pour le gaz, vert pour le téléphone, blanc pour la fibre optique, gris pour les réseaux d'évacuation, etc.

Gaines et grillages avertisseurs

4.2.1 Canalisations intérieures

Avant de réaliser le dallage du rez-de-chaussée il faut, d'après le plan d'aménagement, réaliser la pose des réseaux d'assainissement, donc positionner précisément les évacuations avant la préparation de la forme.

Cette implantation est effectuée grâce au plan de canalisations en respectant les pentes prévues (au minimum 1 % pour les EP et 3 % pour les EU et EV).

Les matériaux utilisés sont principalement du PVC de diamètre 80 à 100 mm pour les EU, 100 mm pour les EV et 100 à 110 mm pour les EP. Leur assemblage s'effectue à l'aide de colle (adhésif à fort solvant).

Il faut éviter les angles à 90°, sauf pour les canalisations d'attente (remontée dans la dalle). Il est préférable de placer des coudes à 45° et des Y plutôt que des T pour les raccordements de tuyaux et les changements de direction. Le sens de pose est important : les manchons et collerettes doivent se trouver en partie haute de la pente.

NOTA

Les canalisations EP passent rarement à l'intérieur.

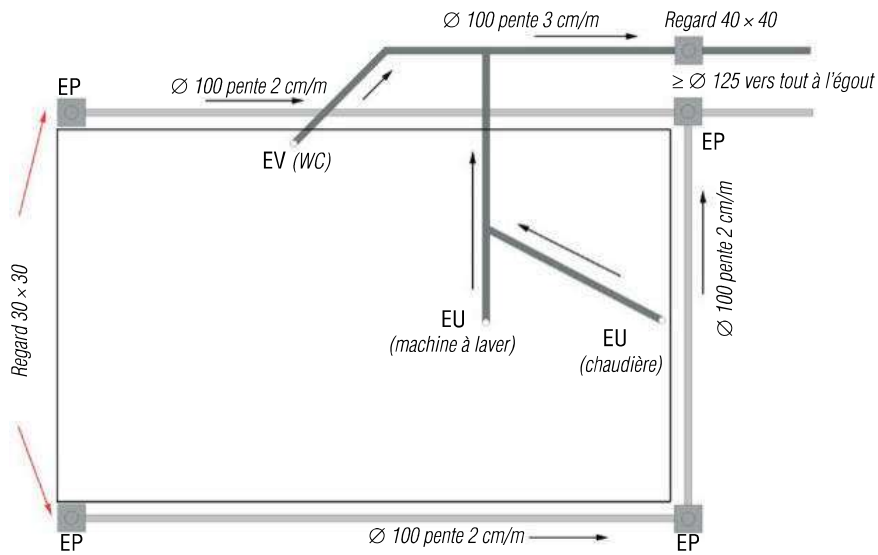
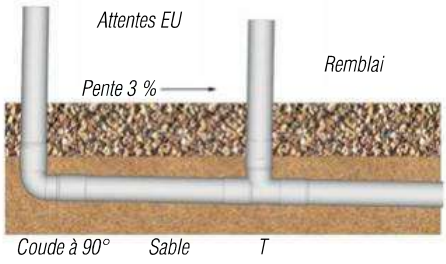


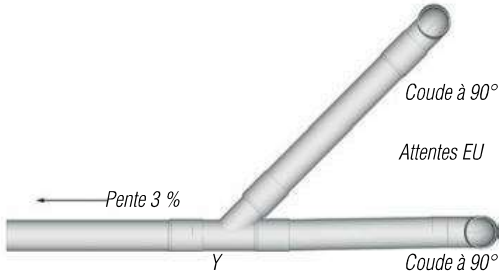
Schéma de principe d'un système séparatif

! ATTENTION

La qualité de pose (sens de pente et remblai) est primordiale tant il est très difficile et désagréable de réparer les mauvaises évacuations déjà en place.



Vue de face



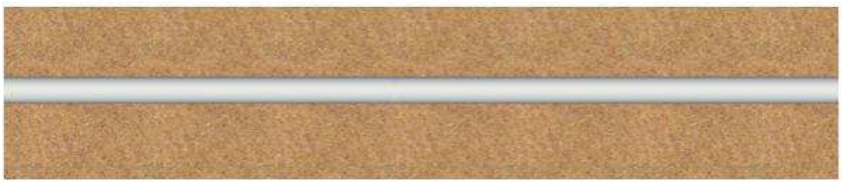
Vue de dessus

4.2.2 Canalisations extérieures

Outre les canalisations EU et EV à prolonger jusqu'au point de collecte, il y a à traiter les eaux pluviales (EP). Leur récupération depuis les toitures se fait à l'aide de chéneaux et de descentes. Toutes ces eaux sont collectées dans des regards avant d'être acheminées au tout-à-l'égout unitaire ou séparatif situé sur la voie publique.

Ici encore, comme en intérieur, la qualité de pose est primordiale, car les réparations sont lourdes de conséquences. Une canalisation doit reposer parfaitement sur le fond de fouille (en sable) et non pas être calée sur des points durs, auquel cas la moindre charge risque de briser la conduite.

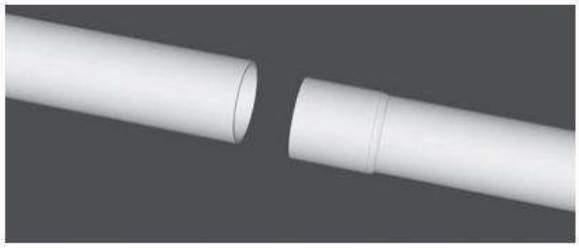
Il faut bien porter attention au sens de pose des conduites par rapport au sens de l'écoulement.

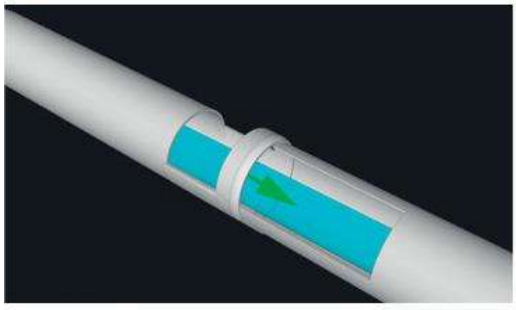


Lit de sable uniforme, aucune déformation

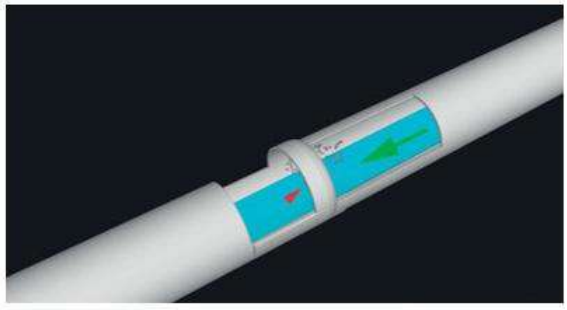
Point dur sous le PVC, déformation et rupture du tuyau

La collerette doit toujours être positionnée en partie haute afin que l'eau puisse être évacuée en enlevant toutes les particules annexes.





Manchon en partie haute du tuyau, écoulement facile des eaux usées



Manchon en partie basse du tuyau, écoulement difficile des eaux usées et accumulation des effluents

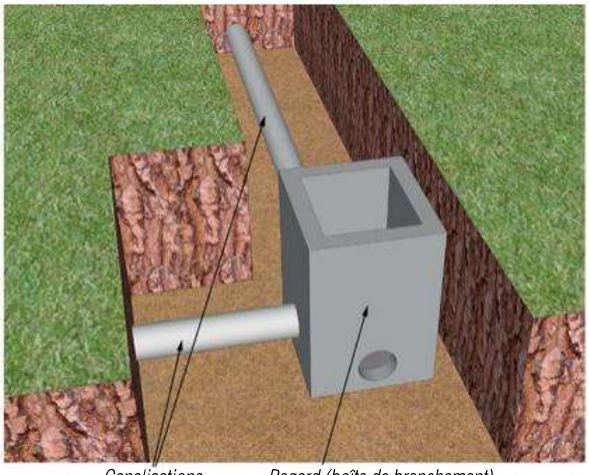
4.3 Regards

Les regards sont des éléments en béton armé, appelés également boîtes de branchement. Ils sont en général placés à la sortie des bâtiments (pour les EU et EV) et en pied de chute des descentes de toit (pour les EP).

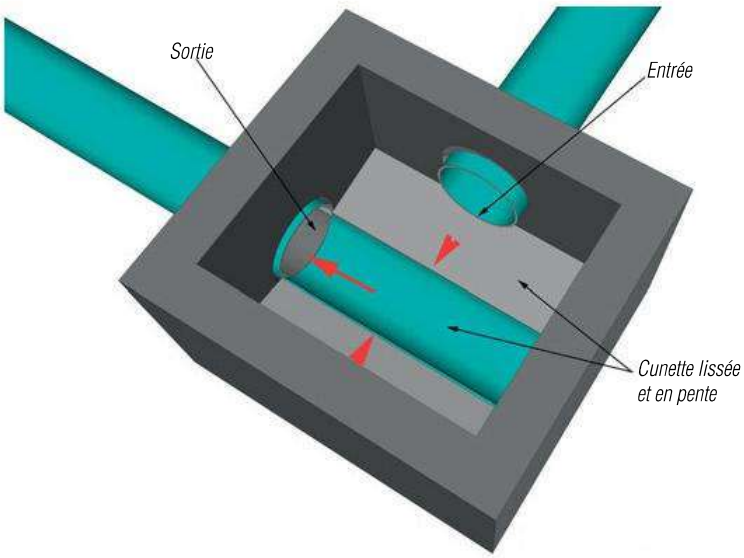
Ils sont situés aux endroits indiqués sur les plans et surtout réglés à la bonne cote de nivellement (hauteur). Cette cote a été déterminée en fonction des niveaux des fils d'eau, afin de garder suffisamment de hauteur, donc de pente, pour pouvoir évacuer correctement dans le collecteur général (tout-à-l'égout).

Le rôle des regards est de permettre l'accès aux canalisations pour les curages (nettoyage). Ils assurent aussi la ventilation des égouts. On les trouve :

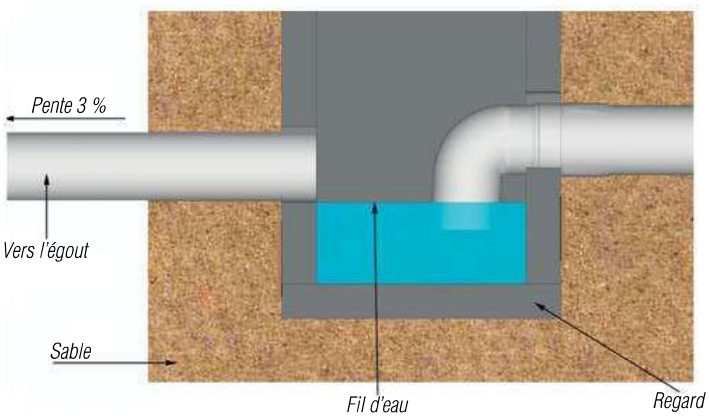
- à chaque jonction de canalisation ;
- à chaque changement de direction ;
- à chaque changement de pente ;
- en ligne droite tous les 50 à 60 m.



Il est conseillé de réaliser les fonds de regard au mortier afin de lisser au mieux et en créant des pentes vers la sortie. Cette forme de pente se nomme cunette de fond de regard. Son rôle est de favoriser l'évacuation vers le tout-à-l'égout en évitant qu'un dépôt ne se forme. Un demi-tuyau peut également être utilisé en fond de regard.



La fonction d'un regard siphonné est d'éviter que les mauvaises odeurs ne remontent le long des tuyaux jusqu'à l'intérieur des locaux. Pour cela, la base du coude placé dans le regard en extrémité de l'évacuation doit être située plus bas que le fil d'eau de sortie afin d'être en permanence noyée dans la réserve d'eau ainsi formée. Le regard siphonné se trouve en principe juste avant l'arrivée dans le tout-à-l'égout ou bien à la sortie de la construction.



4.4 Drainage et étanchéité

Un ensemble drainant et l'étanchéité des murs pour leur protection contre l'humidité sont indispensables à la salubrité de la construction. Cela est primordial si un ou plusieurs murs sont enterrés, même partiellement, et les travaux de drainage doivent alors être sans faille.

Les solutions sont :

- collecter et diriger l'eau en pied de mur ;
- placer un écran d'étanchéité sur la paroi du mur ;
- établir une coupure de capillarité sur le mur.

Pour la réalisation des fondations, on est souvent confronté, lors du terrassement, à une arrivée d'eau en fond de fouille due à l'humidité du sol. Les moyens employés pour maîtriser ce phénomène consistent soit à diriger l'eau dans un puisard et à la pomper au fur et à mesure des besoins, soit à rabattre la nappe avoisinante par des puits ceinturant la fouille avec des matériaux filtrants raccordés à une pompe, ou par une ceinture en palplanches.

Bien souvent, on est confronté à une arrivée d'eau en fond de fouille due à l'humidité du sol. Les moyens employés pour maîtriser ce phénomène consistent soit à diriger l'eau dans un puisard et à la pomper au fur et à mesure des besoins, soit à rabattre la nappe avoisinante par des puits ceinturant la fouille avec des matériaux filtrants raccordés à une pompe, ou par une ceinture en palplanches ou une congélation du sol.

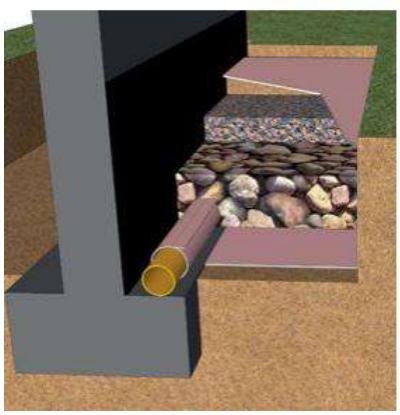
C'est pourquoi un ensemble drainant et l'étanchéité des murs pour la protection contre l'humidité restent indispensables à la salubrité de l'habitation.

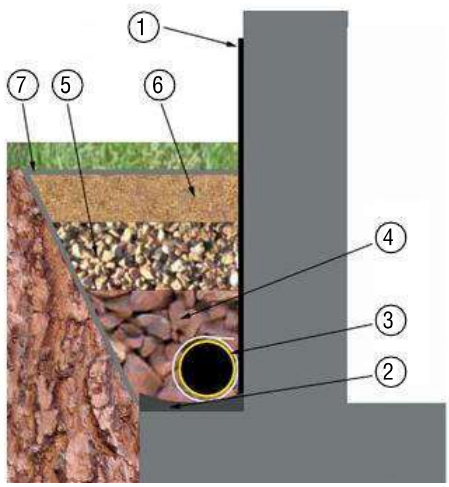
Les solutions sont :

- collecter et diriger l'eau au pied du mur ;
- placer un écran d'étanchéité sur la paroi du mur ;
- procéder à la coupure de capillarité sur le mur.

4.4.1 Drain

Les drains de diamètre 100 mm sont en PVC strié et perforé. Ils s'installent au pourtour de la construction, en pied de mur, sur une cunette en béton ou sur le dessus de la fondation. Du géotextile enrobe le drain et l'ensemble drainant.



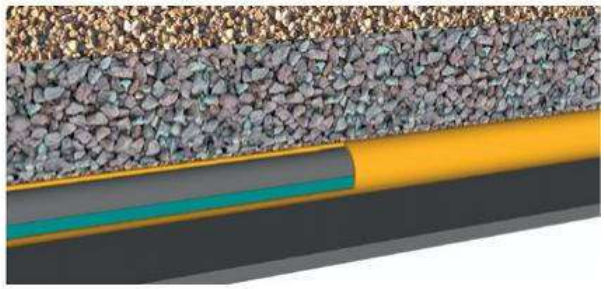


1 - Protection hydrofuge
2 - Cunette
3 - Drain enrobé de géotextile
4 - Gravier
5 - Gravillon
6 - Sable
7 - Géotextile

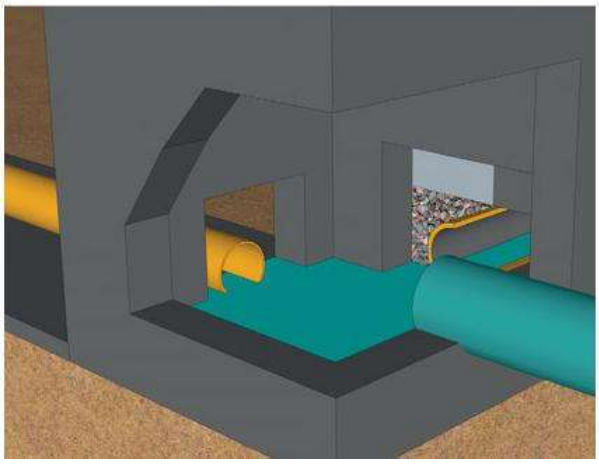
Composition d'un drainage

Une boîte de branchement est positionnée à chaque changement de direction. Le tout est relié à l'égout avec une pente de 5 mm/m (0,5 %).

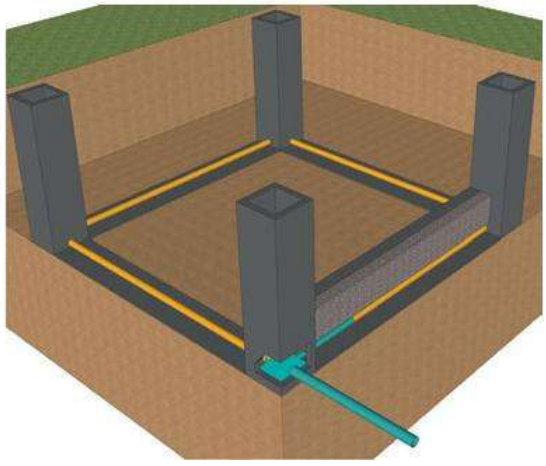
Drain



Récupération des eaux



Boîte de branchement



Le drain ceinture le bâtiment

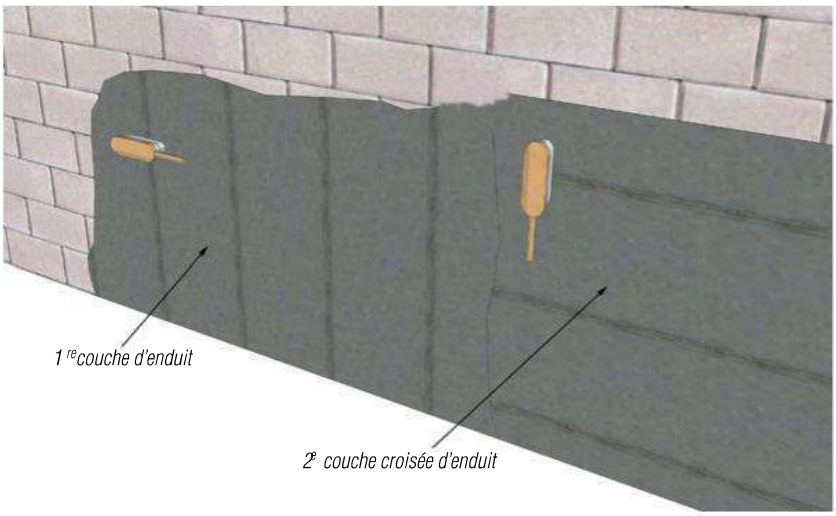
Ensemble drainant

Le tuyau de drain se place trous vers le haut pour recuperer les eaux de ruissellement et les guider vers une boite de branchement.

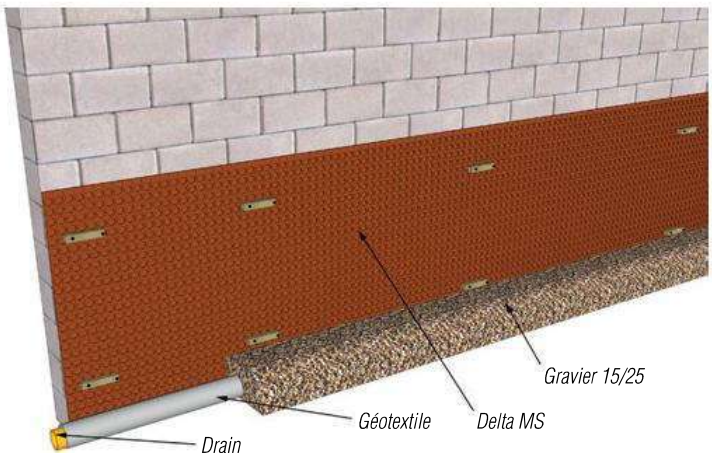
4.4.2 Enduit hydrofuge

Sur un mur de blocs de béton on utilise un enduit bâtard classique (mortier de ciment et chaux) avec un hydrofuge, puis on applique en deux couches une peinture bitumineuse. Sur les murs en béton banché on applique simplement une peinture bitumineuse.

Il existe également des enduits hydrofuges prêts à l'emploi (de type Trapcofuge) à appliquer à la balayette en deux couches croisées.



À ces enduits on peut ajouter un complément de protection grâce à une membrane d'étanchéité (de type Delta MS) déroulée sur le mur et fixée par de petites lattes dans l'attente du remblaiement. Les picots de ce produit doivent être placés vers le mur afin de ménager une lame d'air contre la maçonnerie.

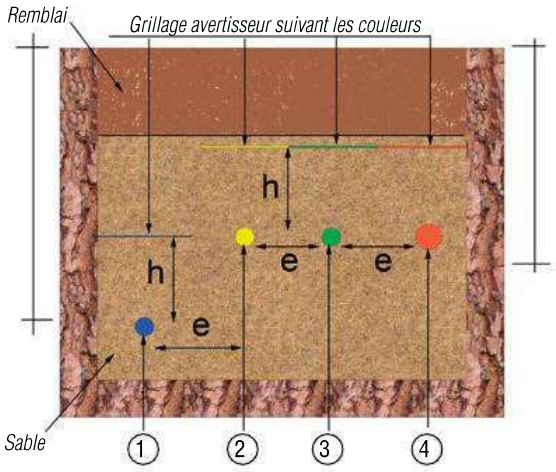


Exercice

Assainissement

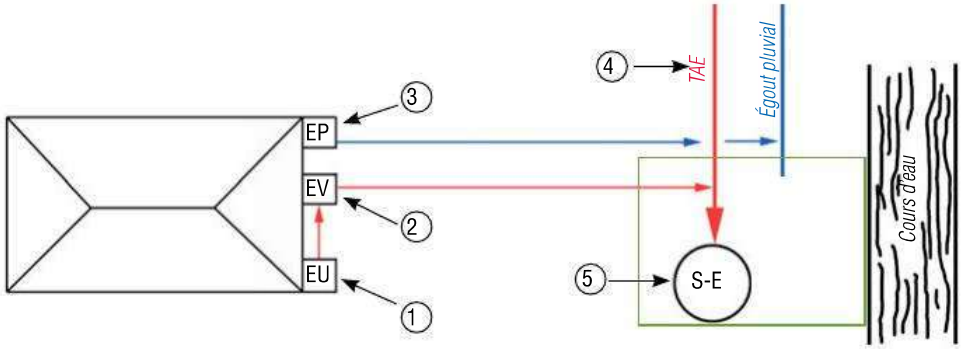
Questions

1. En vous aidant au besoin de l'image ci-dessous, indiquer les numéros correspondant aux noms des différentes couleurs utilisées en VRD.



___ - Électricité ___ - Gaz ___ - Eau ___ - Téléphone

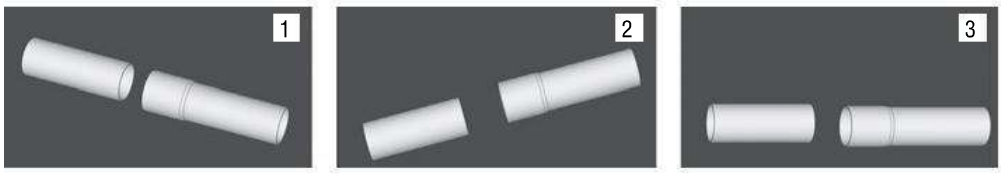
2. Sur l'image ci-dessous, indiquer par des flèches la fin logique du dessin (dans la zone encadrée en vert).



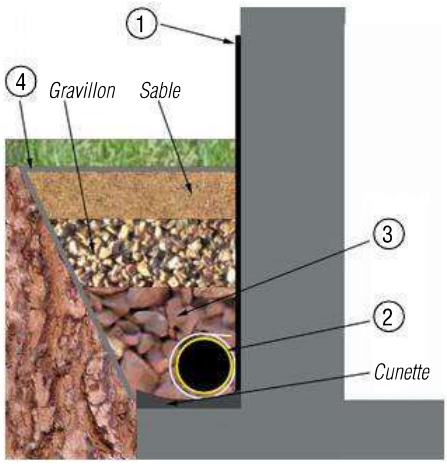
3. D'après l'image précédente, indiquer les numéros correspondant aux noms des différents éléments d'un assainissement.

___ - Eaux-vannes ___ Tout-à-l'égout ___ - Eaux usées
___ - Station d'épuration ___ Eaux pluviales

4. Sur l'image ci-dessous, indiquer la bonne position du manchon lors de l'assemblage de tuyaux PVC. (Entourer la réponse.)



5. D'après l'image ci-dessous, indiquer les numéros correspondant aux noms des différents éléments constituant le drainage.

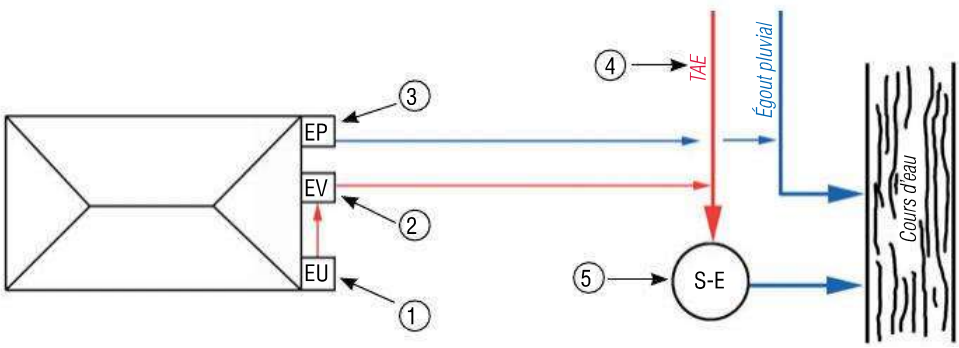


___ - Drain
___ - Géotextile
___ - Enduit hydrofuge
___ - Graviers

Réponses

1. Eau : n° 1 ; gaz : n° 2 ; téléphone : n° 3 ; électricité : n° 4.

2.



3. Eaux usées : n° 1 ; eaux-vannes : n° 2 ; eaux pluviales : n° 3 ; tout-à-l'égout : n° 4 ; station d'épuration : n° 5.

4. Il faut entourer le n° 1.

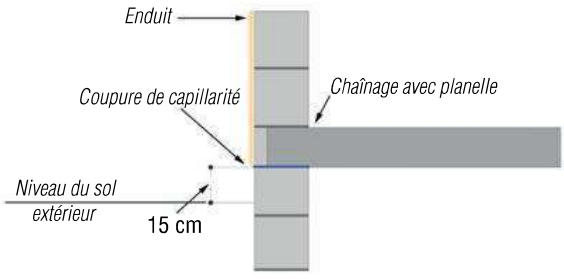
5. Enduit hydrofuge : n° 1 ; drain : n° 2 ; graviers : n° 3 ; géotextile : n° 4.

POUR EN SAVOIR PLUS

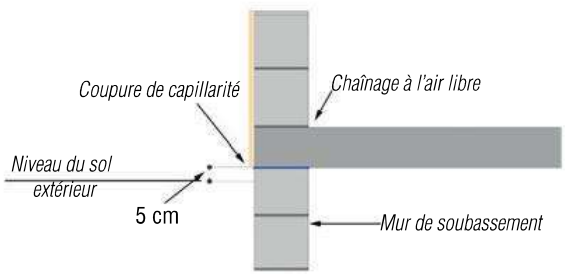
Protection contre l'humidité

Coupure de capillarité

La coupure de capillarité a pour fonction de stopper les remontées d'humidité du sol dans les murs de la construction. Elle se fait en général à 15 cm au-dessus du terrain naturel, par une bande de papier bitumineux ou avec un mortier standard dosé à 600 kg/m^3 ou un mortier hydrofuge type Trapcofuge.



1er cas



2e cas

Mur de soubassement

Une réglementation existe pour les murs de soubassement : DTU 20.1.

La conception des parties enterrées des murs de soubassement est fonction de l'utilisation. On distingue trois catégories :

1. les murs de locaux habitables en sous-sol ;
2. les murs de locaux non habitables (caves, garages, chaufferies, etc.) ;
3. les murs périphériques de vides sanitaires ou de terre-pleins.

Pour ces trois catégories, lorsque la partie enterrée sur les deux faces est à l'abri du gel, on peut utiliser des blocs béton creux, sinon ils ne peuvent être employés que lorsqu'un drainage est prévu.

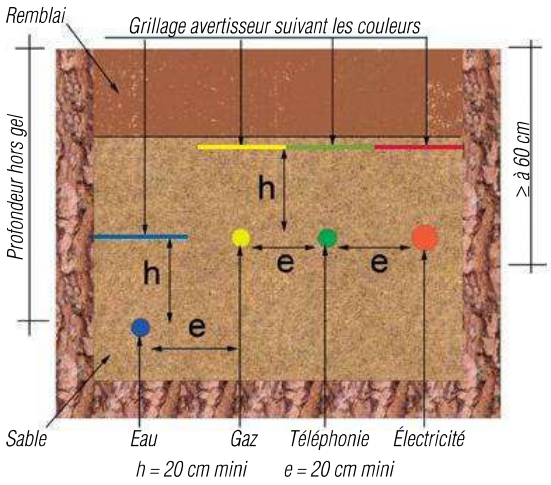
On doit utiliser des blocs pleins si le mur risque de subir des accumulations d'eau prolongées.

Les murs de la catégorie 1 doivent être revêtus extérieurement. Pour les murs de la catégorie 2, le maître d'ouvrage (propriétaire) décide s'ils doivent être revêtus ou non extérieurement.

En résumé, on peut utiliser des blocs de béton creux si le mur de soubassement est protégé par un drainage ; il sera enduit ou non suivant sa destination.

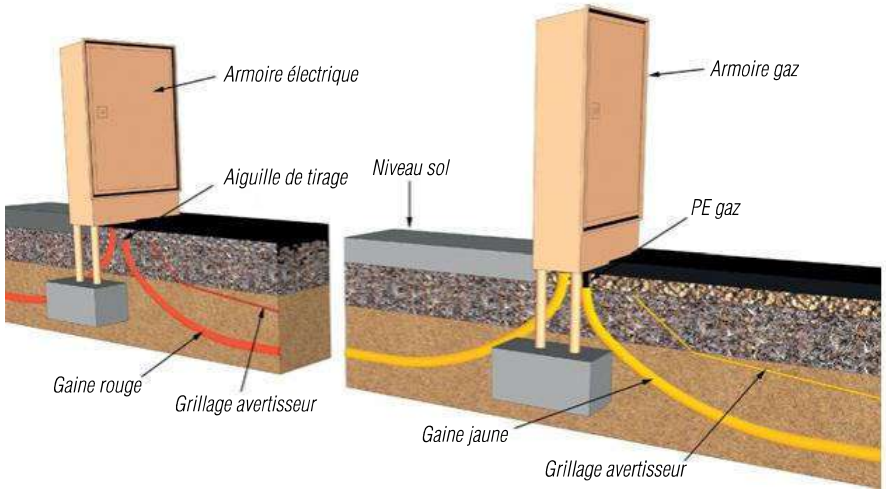
Réseaux de viabilisation

Sur le domaine public, les canalisations sèches doivent respecter le schéma de positionnement ci-dessous.



Après avoir couvert les gaines de sable et placé le grillage avertisseur, on effectue le remblai par couches de 40 cm d'épaisseur, bien compactées. Lors d'une traversée de route, le sable est remplacé par un béton maigre.

Les pénétrations des canalisations dans les armoires doivent être réalisées sans angles trop prononcés. Les courbes larges rendent le passage des câbles plus aisé.



Principe de raccordement des gaines aux armoires

Les courbes de départ et arrivée se font sans pliure de gaine.

Tout-à-l'égout : législation définissant les obligations

D'après la loi (article L1331-1 du Code de la santé publique), le raccordement au tout-à-l'égout est obligatoire lorsque :

- les réseaux d'égouts sont établis sous la voie publique ;
- les immeubles concernés ont accès à cette voie publique soit directement, soit par l'intermédiaire de voies privées ou de servitudes de passage.

Lorsque ces conditions sont remplies, l'habitation doit être raccordée au réseau communal d'assainissement (le tout-à-l'égout).

Si le logement n'est pas raccordé au réseau, il doit obligatoirement être pourvu d'une installation d'assainissement non collectif afin de traiter les eaux usées de manière individuelle (une fosse septique, généralement).

Canalisations intérieures

Rappel : les eaux-vannes (EV) sont les évacuations des W.-C. Les eaux usées (EU) sont celles des éviers, lavabos, siphons de sol, etc.

Ces canalisations doivent impérativement se situer dans la forme du dallage et non pas dans le béton.

La distance minimale entre le dessus de la canalisation et la sous-face du dallage doit être égale à un diamètre de tuyau + 5 cm.

Coude à 87°

Coude à 45°

Coude à 30°

Culotte à 45°

Culotte à 87°

Culotte à 60°

Réducteur

Piquage

Selle

Canalisations PVC

Assemblage par collage

- Vérifier que l'extrémité mâle est convenablement dressée et chanfreinée.
- Dépolir les parties à assembler à l'aide d'une toile émeri ou de papier de verre fin.
- Dégraisser les surfaces à encoller avec du décapant spécial.
- Appliquer l'adhésif au pinceau, uniformément et sans excès : à l'entrée de l'emboîture (partie femelle) et sur la longueur de l'emboîture pour la partie mâle.
- Assembler immédiatement les éléments en poussant à fond, longitudinalement et sans mouvement de torsion.
- Enlever l'excédent de colle à l'aide d'un chiffon.
- Reboucher soigneusement les pots de colle et de décapant après usage.
- S'assurer qu'il n'y a pas eu de colle ou de décapant renversé accidentellement dans le fond de fouille (ôter soigneusement la terre souillée).
- Éviter toute manipulation dans l'heure qui suit le collage.

Assemblage par joints

- Lubrifier l'embout mâle sur toute la circonférence, principalement le chanfrein. Pour les gros diamètres, il est parfois nécessaire de lubrifier également la partie apparente du joint. Dans ce cas, ne jamais mettre de pâte dans la gorge.
- Emboîter les éléments à fond par poussée longitudinale, soit à la main soit à l'aide d'une barre à mine (interposer une cale de bois).

Remblaiement

L'exécution de l'assise des canalisations et du remblai de protection est effectuée avec tout matériau (sable, gravier, tout-venant) agréé par le maître d'œuvre. En cas de réutilisation des déblais, ceux-ci doivent être purgés de tous les éléments susceptibles de porter atteinte aux canalisations et selon leur aptitude au compactage.

Branchement

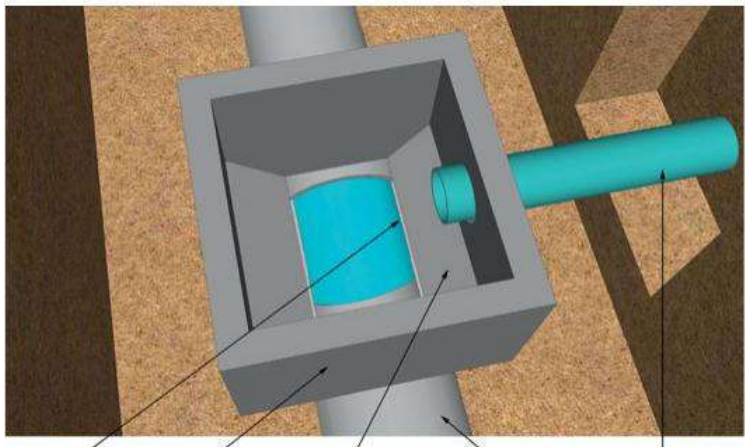
Piquage sur canalisation béton ou de gros diamètre

Découper le plus proprement possible la canalisation existante à la dimension de la rehausse de regard.

Poser la rehausse sur la canalisation et boucher le fond de regard avec du béton.

Réaliser le branchement puis la cunette de fond de regard.

Ajouter des rehausses jusqu'à la surface ou, pour un regard borgne, poser un tampon avant de remblayer.



Piquage sur une petite canalisation

Il est réalisé soit par une selle, avec collage, soit à l'aide d'un piquage adapté.

Assainissement non collectif (ANC)

Choix de l'installation

Le choix d'une installation d'assainissement non collectif dépend des paramètres suivants :

- la taille de l'habitation : nombre de pièces principales ;
- les caractéristiques du site : surface disponible, limites de propriété, existence d'arbres, de puits ou de cavités souterraines, passage de véhicules, emplacement de l'habitation, existence d'exutoires superficiels (cours d'eau, fossé…), pente du terrain, sensibilité du milieu récepteur (site de baignade, périmètre de protection d'un captage…), servitudes diverses, etc. ;
- l'aptitude du sol à l'épuration : perméabilité, épaisseur de sol avant la couche rocheuse, niveau de remontée maximale de la nappe, etc.

L'assainissement non collectif exige une surface minimale de la parcelle, compte tenu des distances à respecter vis-à-vis de l'habitation, des limites de propriété, des arbres, des puits, etc.

Pour concevoir l'installation, il est vivement recommandé de se rapprocher d'une entreprise spécialisée dans ce domaine (installateur, bureau d'études).

! ATTENTION

Avant l'exécution des travaux, le projet d'installation d'assainissement non collectif devra avoir reçu un avis favorable du SPANC (service public d'assainissement non collectif). Ce service public local est chargé de conseiller et d'accompagner les particuliers dans la mise en place de leur installation d'assainissement non collectif et de contrôler les installations d'assainissement non collectif. Comme pour l'assainissement collectif, ce service public fait l'objet d'une redevance qui en assure ainsi l'équilibre financier.

Dimensionnement

Dans le cas de la maison individuelle, le nombre de pièces principales (PP) définit directement le nombre d'équivalent-habitant (EH), selon la formule EH = PP.

Dans les autres cas (gîtes, maisons d'hôtes…), il convient de se référer à une étude particulière pour définir la capacité d'accueil.

Les pièces principales sont celles définies dans les articles R 111-1 et R 111-10 du Code de la construction et de l'habitation : « un logement ou habitation comprend, d'une part, des pièces principales destinées au séjour ou au sommeil, éventuellement des chambres isolées, et, d'autre part, des pièces de service, telles que cuisines, salles d'eau, cabinets d'aisances, buanderies, débarras, séchoirs, ainsi que, le cas échéant, des dégagements et des dépendances ».

Fosse toutes eaux (FTE)[1]

Un ouvrage de collecte et de prétraitement des EU et EV est nécessaire, comme le prévoit la réglementation. Ce rôle est joué par la fosse toutes eaux.

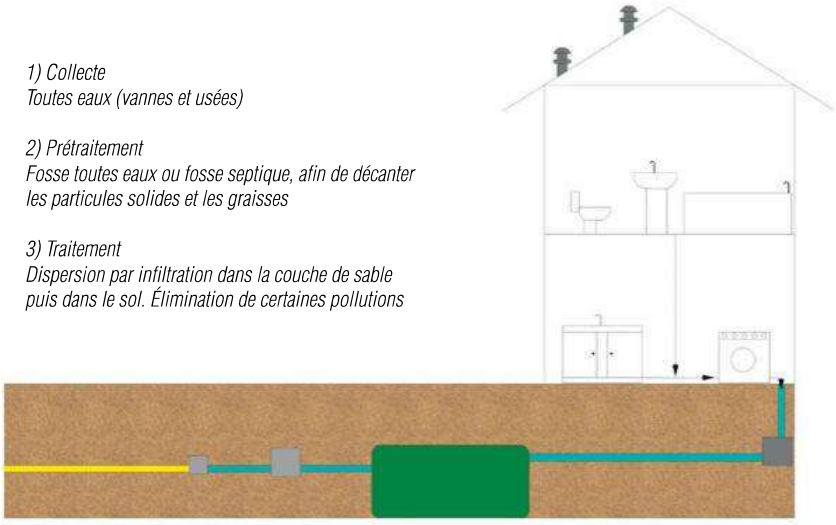
Le traitement est effectué, par la suite, par le filtre à sable vertical non drainé ou par des tranchées d'épandage à faible profondeur.

L'ANC peut aussi être assuré par d'autres systèmes agréés : filtre planté, microstation, auquel cas il n'y a pas de fosse toutes eaux.

1) Collecte
Toutes eaux (vannes et usées)

2) Prétraitement
Fosse toutes eaux ou fosse septique, afin de décanter les particules solides et les graisses

3) Traitement
Dispersion par infiltration dans la couche de sable puis dans le sol. Élimination de certaines pollutions



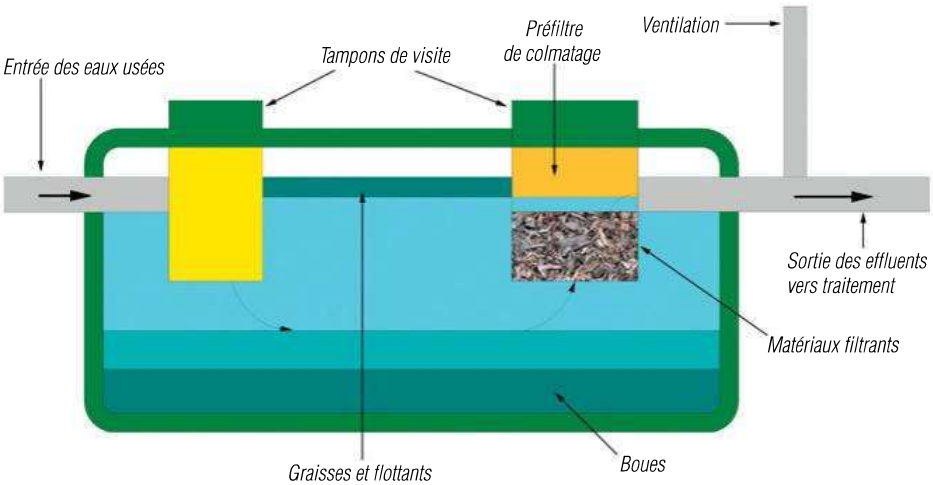
La fosse toutes eaux collecte l'ensemble des eaux usées domestiques (eaux-vannes et eaux ménagères) issues de l'habitation. Elle prépare les eaux au traitement final en exerçant deux fonctions :

- une fonction hydraulique : phénomène physique de séparation des particules solides par flottation (formation d'un chapeau de graisses) et par décantation. En sortie de fosse, l'effluent est totalement liquide, évitant le colmatage du traitement à l'aval ;
- une fonction biologique : phénomène de liquéfaction et de gazéification des matières solides retenues dans la fosse par digestion bactérienne anaérobie.

Une cloison plongeante de 30 cm minimum permet de canaliser le flux entrant et de faciliter la décantation des matières en suspension. La fosse toutes eaux est un bon dégraisseur ; elle évite la mise en place d'un bac à graisse en amont. Elle peut intégrer ou non un préfiltre.

Elle doit être munie d'au moins un tampon de visite afin d'accéder à son volume complet. Tampons et regards doivent rester accessibles et apparents pour l'entretien (affleurant au sol).

1 Source : *Étude interagences - Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.*



La ventilation est un élément à ne pas négliger lors de la mise en œuvre d'une FTE. En effet, la dégradation anaérobie qui a lieu dans la fosse s'accompagne d'un dégagement gazeux (méthane, hydrogène sulfuré) pouvant générer des nuisances olfactives et la corrosion des ouvrages en béton.

Il est donc nécessaire de mettre en place une extraction efficace ayant pour rôle d'évacuer les gaz produits. Cette ventilation consiste à réaliser une circulation d'air à l'aide :

- d'une entrée d'air (ventilation primaire) en amont du prétraitement ;
- d'une extraction des gaz (ventilation secondaire) en aval du prétraitement, qui doit déboucher au-dessus du toit et des locaux habités.

Les orifices des canalisations de ventilation doivent être :

- positionnés en fonction des vents dominants ;
- situés à plus de 1 m des VMC (ventilations mécaniques contrôlées) et des fenêtres de l'habitation.

La ventilation secondaire doit déboucher au-dessus du toit de l'habitation et être munie d'un extracteur statique éolien situé au minimum à :

- 0,40 m au-dessus du faîtage ;
- plus de 1 m tout ouvrant ou de toute autre ventilation, y compris l'entrée d'air.

Dimensionnement d'une fosse toutes eaux

Le dimensionnement d'une fosse toutes eaux s'effectue en fonction du nombre de chambres auquel on ajoute 2. Par exemple, pour une maison composée de trois chambres, on attribue le chiffre de 5 pièces (3 + 2). Le volume de la fosse en fonction du nombre de pièces est détaillé dans le tableau ci-dessous : on compte 3 m^3 pour une maison de 5 pièces ou moins et on ajoute 1 m^3 par pièce supplémentaire.

Dimensionnement de la fosse toutes eaux

Nombre de pièces principales	Volume requis pour la fosse (m^3)
≤ 5	3
Par pièce supplémentaire	+ 1

Distances à respecter

La fosse doit être installée le plus près possible de l'habitation (à moins de 10 m). Elle doit être placée dans un endroit facile d'accès, situé en dehors du passage de tout véhicule ou de toute autre charge et à plus de 3 m de plantations. Le système d'infiltration doit être établi à plus de 35 m de tout forage, puits ou source.

Gestion et entretien

La vidange de la fosse doit être effectuée au moins une fois tous les quatre ans pour éviter tout colmatage des drains d'épandage. Sans cela, les boues pourraient remonter à la surface du sol et pourraient même être refoulées à l'intérieur de l'habitation. Les matières vidangées sont envoyées vers des centres spécialisés de traitement des déchets (centres d'incinération ou stations d'épuration).

En complément de la vidange, il est vivement conseillé de surveiller régulièrement l'état structurel de l'ouvrage : absence de corrosion sur une fosse en béton, basculement, effondrement ou déformation de l'ouvrage, présence de fissures, etc.

NOTA

Les eaux pluviales ne sont jamais dirigées vers le système d'assainissement non collectif, que ce soit dans la fosse ou dans le système de traitement en aval.

Filtre à sable vertical non drainé

Après préfiltration des eaux usées par une FTE, le traitement de la pollution restante peut être effectué par un filtre à sable non drainé, le lit de sable étant utilisé comme élément épurateur. En effet, les micro-organismes présents dans ce dernier assurent la dégradation biologique aérobie des matières restantes et permettent ainsi :

- l'élimination de la matière carbonée et ammoniacale, respectivement en CO_2 et en ions nitrate ;
- la réduction massive des matières en suspension ;
- une légère diminution de la pollution microbienne.

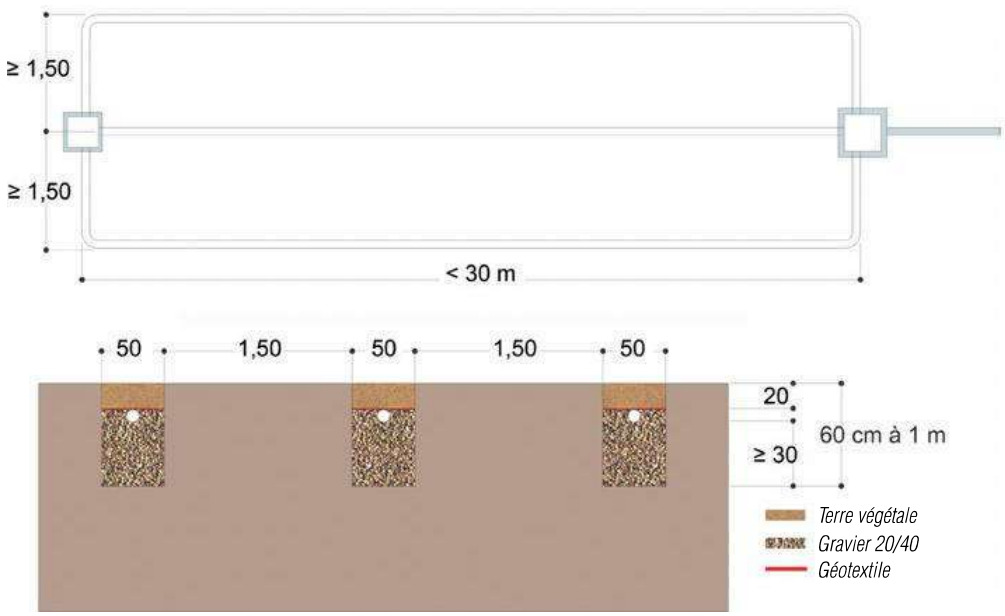


Schéma de principe d'un filtre à sable

Le traitement obtenu est optimal lorsque la flore bactérienne s'alimente constamment en oxygène. Il s'ensuit que tout obstacle empêchant un échange air-eau entre la surface et le sol est à proscrire : imperméabilisation (revêtement béton, goudron…), compactage de la surface du traitement (passage de véhicules…) ou drains d'infiltration trop profonds dans le sol (situés en zone anaérobie), etc.

Les eaux usées prétraitées sont distribuées dans un réseau de conduites perforées situées au-dessus d'une couche de sable lavé. Le lit filtrant vertical non drainé est aménagé dans une excavation à fond plat de forme généralement proche d'un carré et d'une profondeur de 1 m minimum sous le niveau de la canalisation d'amenée, dans laquelle sont disposés de haut en bas :

- une couche de terre végétale de 0,20 m d'épaisseur ;
- un feutre imputrescible perméable à l'eau et à l'air ;
- une couche de gravier de 0,20 à 0,30 m d'épaisseur dans laquelle sont noyées les canalisations de distribution qui assurent la répartition des eaux prétraitées sur le lit ;
- une couche de sable siliceux lavé de 0,70 m minimum d'épaisseur. Les effluents traités s'infiltrent ensuite dans le sol en place.

Le dimensionnement de la surface d'épandage est fonction de la taille de l'habitation (voir tableau ci-dessous) et de la perméabilité du sol. La surface doit être au moins égale à 5 m^2 par pièce principale, avec un minimum de 20 m^2.

Dimensionnement d'un filtre à sable

Nombre de pièces principales	Surface du filtre (m^2)
≤ 4	20
Nombre de pièces principales	+ 5

Le filtre à sable ne demande aucun entretien particulier. Son bon fonctionnement est garanti pour une période de 10 à 15 ans selon l'utilisation. Après cette période, le sable est trop encrassé et ne peut plus jouer son rôle épurateur. Il faut donc décaisser, traiter le sable et reconstruire un nouveau filtre.

Tranchées d'épandage à faible profondeur

Les eaux en provenance de la fosse toutes eaux sont distribuées dans des tuyaux d'épandage.

Ce système est constitué de canalisations de dispersion placées à faible profondeur dans des tranchées gravillonnées qui permettent l'infiltration lente des effluents prétraités sur une importante surface et leur épuration par les micro-organismes du sol.

Ainsi, le sol en place est utilisé comme système épurateur et comme moyen dispersant.

1. Une surface disponible pour l'assainissement supérieure à 200 m^2.
2. Une perméabilité du sol comprise entre 15 et 500 mm/h.
3. Une profondeur de la nappe phréatique supérieure à 1,20 m.
4. Une absence de traces d'hydromorphie (résultat visible de l'engorgement antérieur d'un sol) sur une profondeur d'au moins 60 cm à 1 m.
5. Une pente de terrain inférieure à 2 % (si elle est comprise entre 2 et 10 %, les tranchées pourront être disposées perpendiculairement à la pente).
6. Les regards doivent être posés parfaitement horizontalement et sur un lit de sable compacté de 10 cm d'épaisseur.

7. Les raccords du regard de répartition doivent être souples. En sortie, il est obligatoire de mettre en place des tuyaux pleins appelés tuyaux de distribution.
8. Selon le niveau d'arrivée des effluents, la tranchée doit avoir une profondeur comprise entre 60 cm et 1 m avec une largeur constante de 50 cm minimum. L'espacement à respecter entre deux tranchées consécutives sera de 1,50m (d'axe à axe).
9. La pose des tuyaux non perforés (tuyaux de distribution et de bouclage) se fera également sur un lit de 10 cm de sable.
10. Les tuyaux d'épandage doivent avoir un diamètre au moins égal à 100 mm, être rigides et résistants. Ils seront munis de petits orifices dont l'ouverture sera au minimum égale à 5 mm. La fouille accueillant ces tuyaux d'épandage sera parfaitement plate et horizontale et devra être remplie de graviers (granulométrie : 10 mm – 40 mm) sans fines jusqu'au fil d'eau. La pose des tuyaux d'épandage sera ensuite réalisée à même le gravier (au centre de la tranchée) avec une pente régulière de 5 % Les tuyaux seront calés par une couche de 10 cm de graviers étalés de part et d'autre.
11. Les tuyaux sont à poser à faible profondeur (30 à 40 cm).
12. Avant d'apposer la couche de terre végétale, il est nécessaire de recouvrir toute la surface des tranchées d'infiltration avec un géotextile imputrescible, perméable à l'eau et à l'air (grammage de 100 g/m^2 minimum).
13. La terre végétale, débarrassée de tout élément caillouteux de gros diamètre, est répartie par couches successives directement sur le géotextile. Elle n'est pas compactée.
14. L'épandage souterrain doit être maillé chaque fois que la topographie le permet.

Exercice pratique

Assainissement

Questions

1. Dans quoi se jettent les évacuations d'une construction ?

2. Quel élément en béton, se trouvant en pied de chute, reçoit les eaux du toit ?

3. Où se jette l'eau traitée d'une station d'épuration ?

4. Comment se nomment les eaux venant des toilettes ?

5. Comment se nomment les eaux venant de la toiture ?

6. Comment se nomment les eaux venant des éviers, douches, etc. ?

7. De quel côté se positionne la collerette (manchon) des canalisations PVC ?

8. En quoi consiste le système séparatif ?

9. Citer quatre éléments faisant partie d'un drainage.

10. Citer trois éléments faisant partie d'un assainissement individuel.

11. Quels sont les cinq raccordements à effectuer pour la viabilisation d'un terrain ?

12. Quelles sont les couleurs réglementaires pour les canalisations suivantes ?

_____ = *eau* _____ = *électricité* _____ = *gaz* _____ = *téléphone*

Réponses

1. Dans le tout-à-l'égout ou, s'il n'y en a pas, dans un système d'assainissement non collectif.

2. Un regard.

3. Dans un exutoire naturel (rivière, fossé…).

4. Les eaux-vannes (EV).

5. Les eaux pluviales (EP).

6. Les eaux usées (EU).

7. Collerette en partie haute.

8. Dans le système séparatif, les eaux de pluie sont séparées des autres eaux et sont rejetées dans un exutoire naturel ou dans le sol. Les autres eaux sont traitées dans une fosse septique, par exemple, avant d'être aussi rejetées.

9. Du gravier calibré, un géotextile, des drains, des regards, de la terre végétale, une protection hydrofuge, une cunette.

10. Une fosse septique, un puits perdu, un regard, un filtre à sable vertical ou des tranchées d'épandage.

11. Les cinq raccordements sont : l'eau, l'électricité, le gaz, les télécoms et le tout-à-l'égout.

12. Bleu : eau ; rouge : électricité ; jaune : gaz ; vert : téléphone.

Chapitre 5
Plancher

Les planchers déterminent les différents niveaux d'une construction, leur rôle principal est donc de constituer une aire servant :

- à l'habitation (surface habitable) ;
- à la circulation intérieure ;
- au travail lors du chantier.

Rôle porteur :

Les planchers ont un rôle de plate-forme porteuse pour l'étage, en s'appuyant sur des éléments porteurs. Ils transmettent les charges permanentes (cloisons, poids propre du plancher…) et d'exploitation (mobilier, personnes) aux poutres, poteaux ou murs de refend. Ils doivent résister au moment de flexion.

Ils constituent un support rigide et stable pour les revêtements appliqués :

- en face supérieure (carrelage, moquette…) ;
- en face inférieure (enduit plâtre, plafond suspendu…).

Remarque : ils permettent l'ancrage des balcons en BA.

Rôle de protection

Ils améliorent l'isolation :

- thermique (échanges de chaleur) ;
- acoustique (bruits) ;
- contre l'humidité (exemple du plancher sur vide sanitaire).

Ils participent à la protection incendie des locaux.

Autres rôles :

Ils permettent le passage, par des trémies (ouvertures) :

- des escaliers ou ascenseurs ;
- des conduits de fumée et de ventilation.

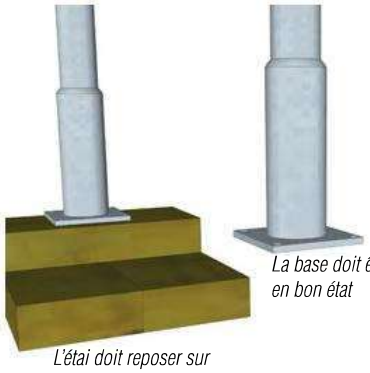
Il existe plusieurs **types de planchers** :

- les dallages : composés d'une forme sur le sol et d'une plaque béton ;
- les planchers semi-préfabriqués : composés de poutrelles, de hourdis et d'une plaque béton ;
- les dalles pleines : composées d'une épaisse plaque béton, ou d'une prédalle et d'une plaque béton, ou encore d'une dalle alvéolée et d'une plaque béton ;
- les planchers en bois ;
- les planchers à ossature métallique.

5.1 Étaiement

Les planchers béton nécessitent un étaiement pour leur coffrage et durant leur durcissement. C'est le système de soutien provisoire qui maintient les coffrages ou les éléments préfabriqués à la hauteur voulue jusqu'au décoffrage. Il est constitué d'étais (ou de tours d'étaiement ou tours échelles) sur lesquels reposent des poutrelles en bois (type bastaings) ou en aluminium.

L'étai doit reposer sur une semelle stable. La platine de base ne doit pas être tapée au marteau et rester en bon état. Les broches doivent être d'origine.



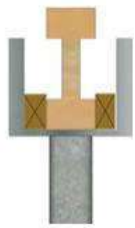
L'étai doit reposer sur une semelle stable

La base doit être en bon état

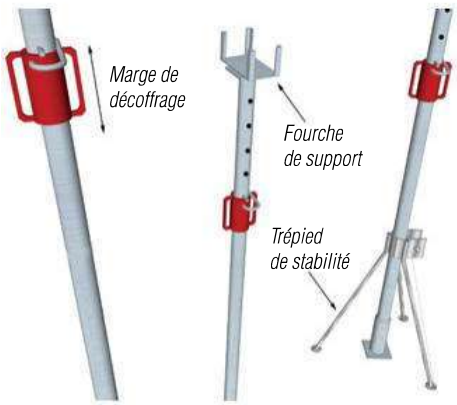
La broche doit être d'origine

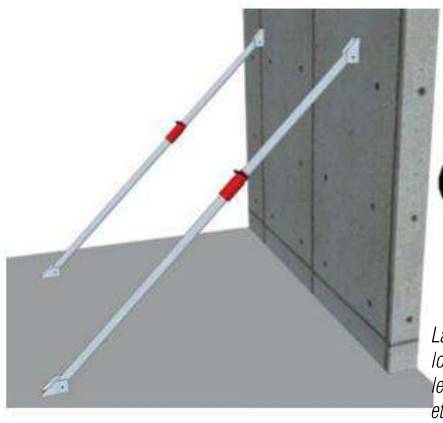
L'étai ne doit pas être dévissé à fond, afin de conserver une marge de décoffrage. Il doit être stabilisé à sa base par un trépied afin d'éviter sa chute qui pourrait entraîner celle de l'ensemble de l'étaiement. Pour maintenir les poutrelles, les étais doivent être munis de fourches. Les poutrelles doivent être calées correctement dans ces fourches (voir schéma). L'étaiement doit être contreventé.

NON



OUI





La broche bloque l'étai à la longueur voulue. On obtient le réglage précis par vissage, et on procède au décoffrage par dévissage.

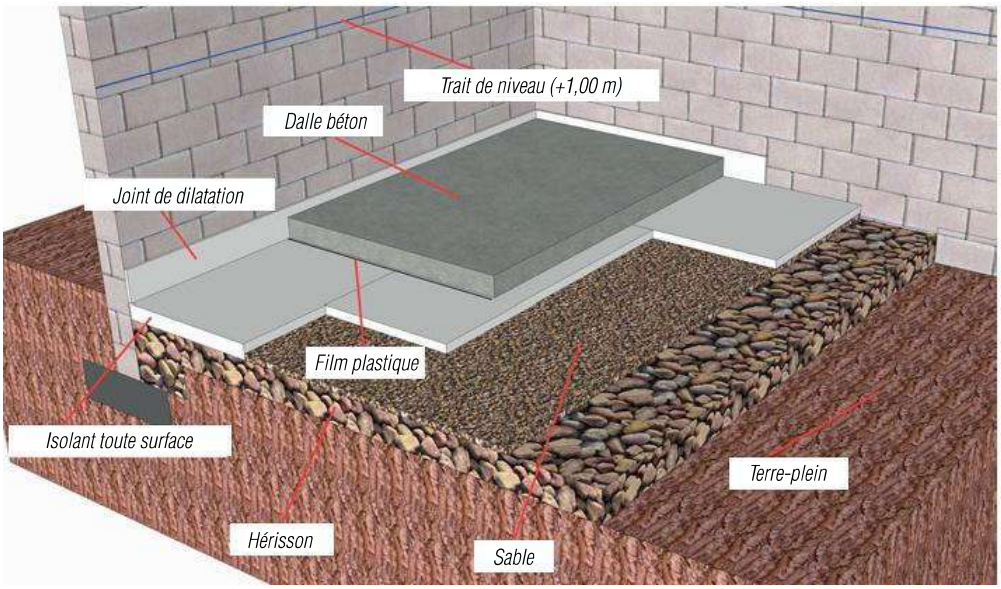
Afin de maintenir des pièces préfabriquées, telles que des murs ou prémurs, il est nécessaire d'utiliser des **étais tire-pousse**, étais télescopiques à double action – tirant et poussant – pendant la maturation (séchage), mais également pour de grands coffrages. Les poignées doivent se situer à hauteur d'homme. Ces étais tirant-poussant sont placés inclinés et sont maintenus par des chapes orientables à chaque extrémité.

Pour la pose des prémurs, la fixation des plaques de base des étais doit s'effectuer soit dans une douille noyée au coulage de la dalle soit par percement de la dalle après au moins 7 jours de séchage.

5.2 Dallage

On nomme dallage sur terre-plein l'ensemble des couches installées sur le sol et ayant pour fonction d'isoler du sol humide et de former une aire de circulation résistante et plane. Le dallage sur terre-plein est indépendant des murs.

Il reçoit à sa surface une chape de mortier de ciment puis la finition (carrelage, moquette, dalles en pierre…).



Le dallage est constitué des couches suivantes :

- une forme stabilisée de cailloux, graviers, sable mélangé ou tout-venant, compactée par couches de 20 à 25 cm (hérisson) ;
- un isolant thermique peu compressible posé sur la couche de sable de la forme, sur toute la surface ;
- un écran d'étanchéité (film plastique imperméable) ;
- une dalle béton d'une épaisseur de 12 cm armée d'un treillis soudé à mailles carrées.

La réalisation de la forme, ou hérisson, doit être conforme aux DTU en vigueur. Les points importants à respecter sont les suivants :

- elle doit être composée d'éléments sains, tels que calcaire, concassé, tout-venant (surtout pas de terre) ;
- elle doit être dressée et compactée.

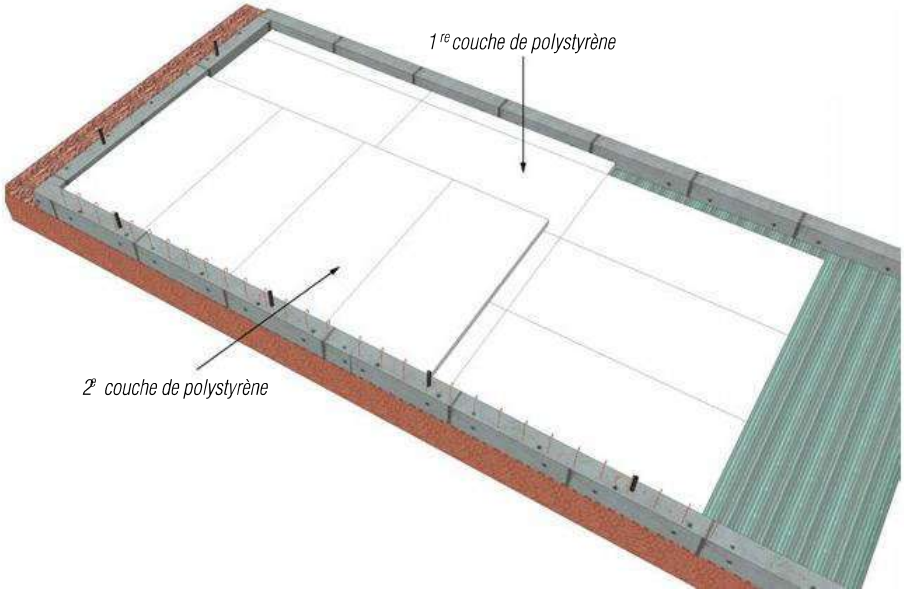
! ATTENTION

Les attentes en PVC des évacuations s'effectuent avant la préparation de la forme

La forme est compactée à l'aide d'une dameuse ou d'un rouleau compresseur.

© BOMAG

Sur la forme, une fine couche de sable (2 à 4 cm) est étendue pour recevoir l'isolant sur toute la surface. On déroule ensuite un film plastique.



Mise en œuvre de l'isolant

Deux couches d'isolant sont croisées afin de ne pas superposer les joints.

5.3 Plancher semi-préfabriqué

Un plancher semi-préfabriqué est composé ainsi :

- poutrelles en béton ;
- hourdis ou entrevous (pour le remplissage des vides) ;
- dalle de compression de 4 à 6 cm d'épaisseur, en béton armé par un treillis soudé.

L'ensemble est maintenu en place jusqu'au séchage par un étaiement. Les planchers constitués de la sorte varient généralement de 1 à 6 m de portée pour 16 à 24 cm d'épaisseur (pour des portées plus grandes, l'épaisseur du plancher est augmentée).

À SAVOIR

La dénomination d'un tel plancher est 12 + 4 ou encore 16 + 4 : le premier nombre indique l'épaisseur des hourdis et le second l'épaisseur de la dalle de compression.

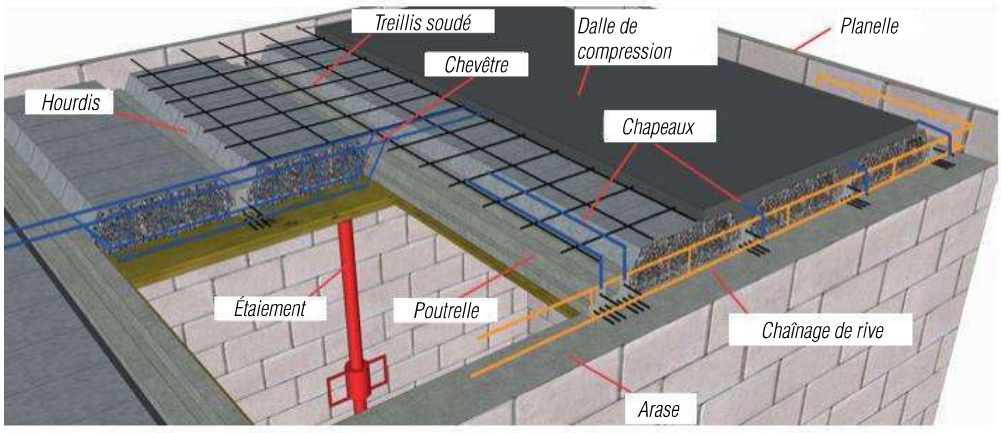


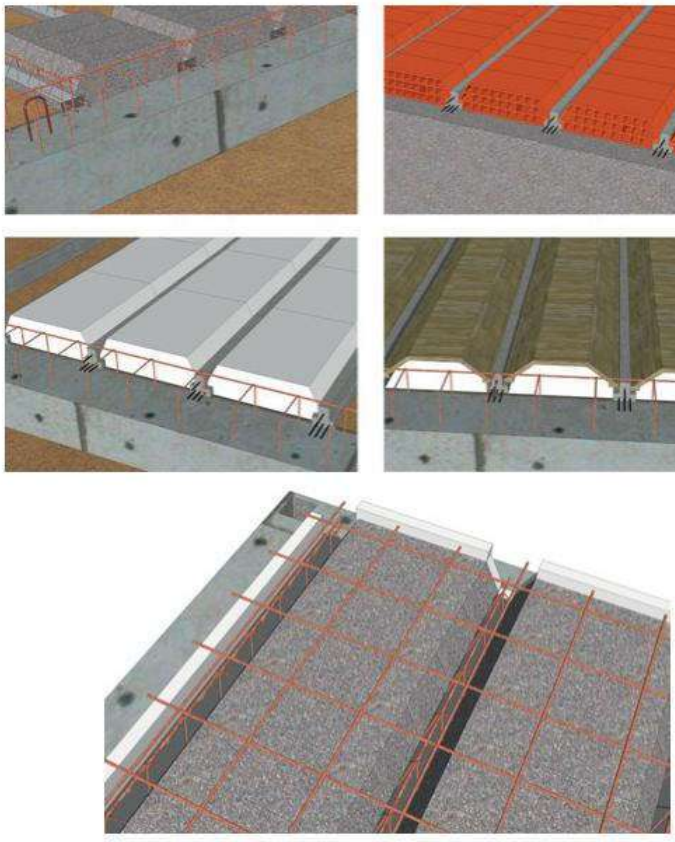
Schéma type d'un plancher poutrelles-hourdis

Il existe deux types de poutrelles : les **poutrelles à treillis métallique**, composées d'une armature en treillis et d'un talon en béton, et les **poutrelles en T renversé** qui peuvent être en béton armé ou en béton précontraint.

NOTA

Un élément en béton précontraint a été fabriqué avec une contrainte de compression qui vient compenser partiellement la contrainte de flexion reçue par cet élément au sein d'une structure. Cet élément est ainsi plus résistant qu'un élément de dimensions égales réalisé en béton armé non précontraint.

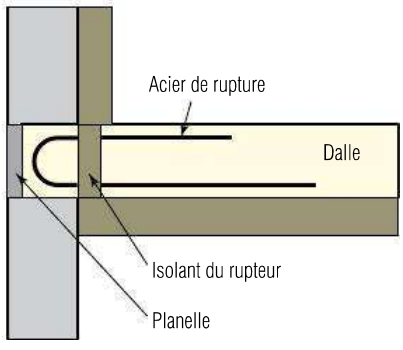
Poutrelles à treillis et en T



Différents composants de planchers poutrelles-hourdis

Les hourdis peuvent etre en differentes matieres : beton, terre cuite, polystyrene, fibre de bois, PVC, bois…

Le **rupteur thermique** est désormais un élément à part entière pour atteindre les performances énergétiques des bâtiments, conformément à la réglementation thermique en vigueur. Son rôle est de créer une rupture thermique entre le plancher et les murs pour éviter les déperditions.



! ATTENTION

Non traités, les ponts thermiques peuvent représenter jusqu'à 18 % des déperditions d'une habitation.

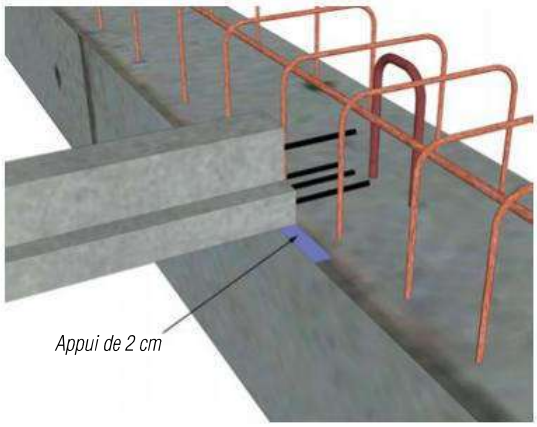
5.3.1 Réalisation

Préparation

Avant de poser les poutrelles, il est préférable de réaliser une petite arase afin de mettre le dessous du plancher de niveau et à la bonne hauteur. Dans le cas contraire, il faut aligner une file de bastaings de chant, sur lesquels reposeront les poutrelles.

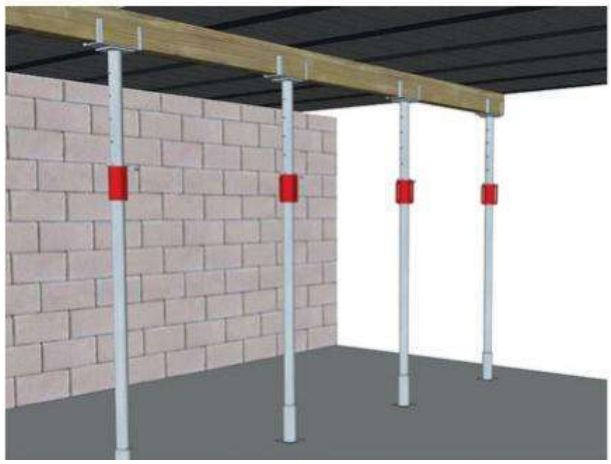
Pose

Le béton de la poutrelle (talon) doit reposer sur le mur de 2 à 2,5 cm minimum. Les aciers de la poutrelle pénétreront dans l'épaisseur des appuis (chaînages, poutres ou chevêtres).



Étaiement

Le réglage de l'étaiement s'effectue avant la pose des poutrelles, par rapport au trait de référence de 1 m (ligne bleue). Des bastaings de chant sont utilisés pour les hourdis béton ou terre cuite. Le nombre de files et les emplacements sont indiqués sur le plan de pose du plancher.

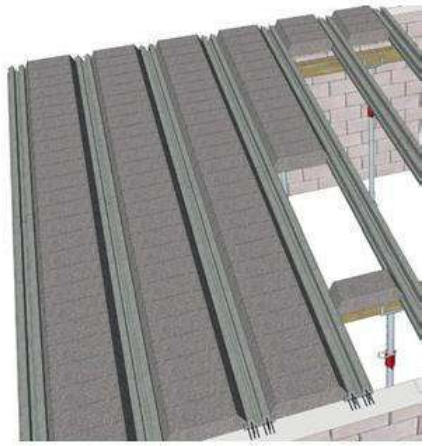


NOTA

Avant de remplir la surface de plancher par les hourdis, veiller à ce que l'étaiement soit en place suivant le plan de pose, et contreventé.

! ATTENTION

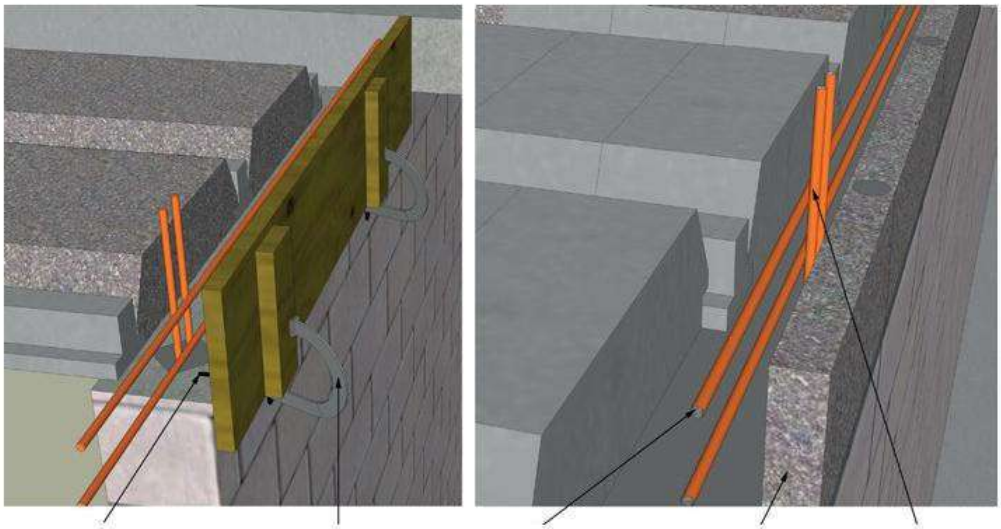
Ne pas marcher sur les hourdis, ils sont très fragiles. Prévoir un chemin de planches reposant sur le plancher.



Coffrage des rives

Après avoir posé les protections périphériques, deux solutions sont possibles pour l'arrêt du béton sur les rives :

- coffrer en périphérie (ci-dessous à gauche) ce qui permet d'arrêter le béton à la bonne hauteur et d'installer les garde-corps. On peut placer, contre ce coffrage intérieur, des planelles à sec, terre cuite ou béton ;
- maçonner directement au mortier gras (350 à 400 kg/m^3) des planelles de 5 cm (ci-dessous à droite). Ne pas oublier de poser les garde-corps périphériques.



Réalisation des rives

Le plancher doit reposer sur les 2/3 de l'épaisseur du mur, le reste est pris par la planelle.

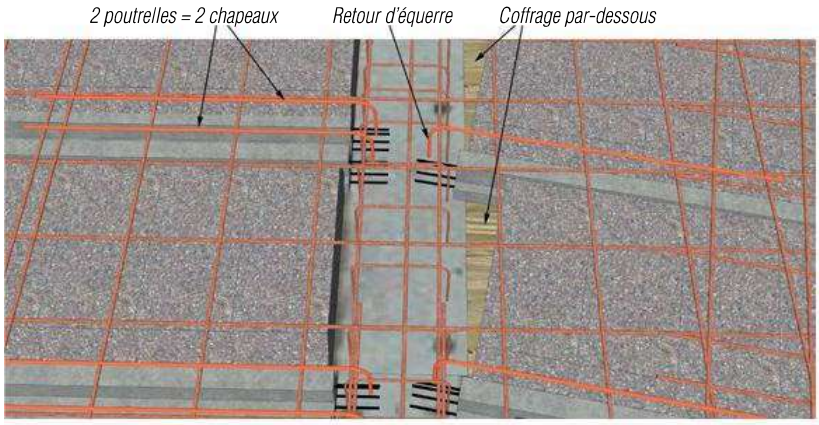
À SAVOIR

Les évacuations des eaux usées et des eaux-vannes se prévoient avant l'armature. Pour cela, il suffit de placer aux emplacements, suivant le plan du plombier, les attentes en PVC.

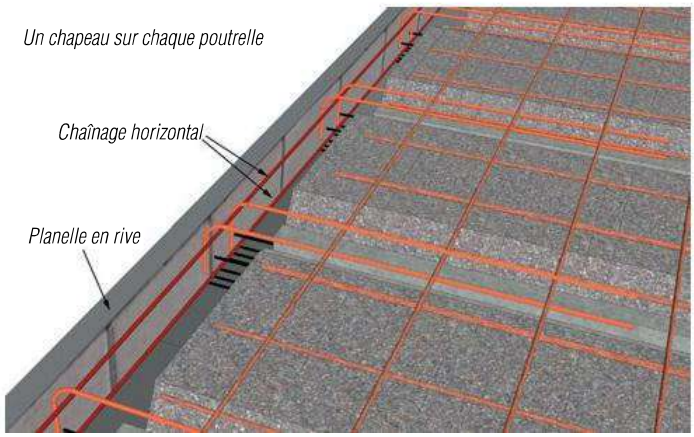
Dans les endroits où il est impossible de remplir en hourdis, il suffit de caler des bois de coffrage par en dessous afin d'obturer les trous entre poutrelles.

5.3.2 Armature

L'armature comprend les chaînages sur les murs avec liaisons, un treillis soudé sur toute la surface, les renforts (chapeaux sur toutes les poutrelles), les armatures en attente pour la continuité verticale du bâtiment (poteaux, chaînages verticaux, escalier, etc.) et des renforts éventuels.

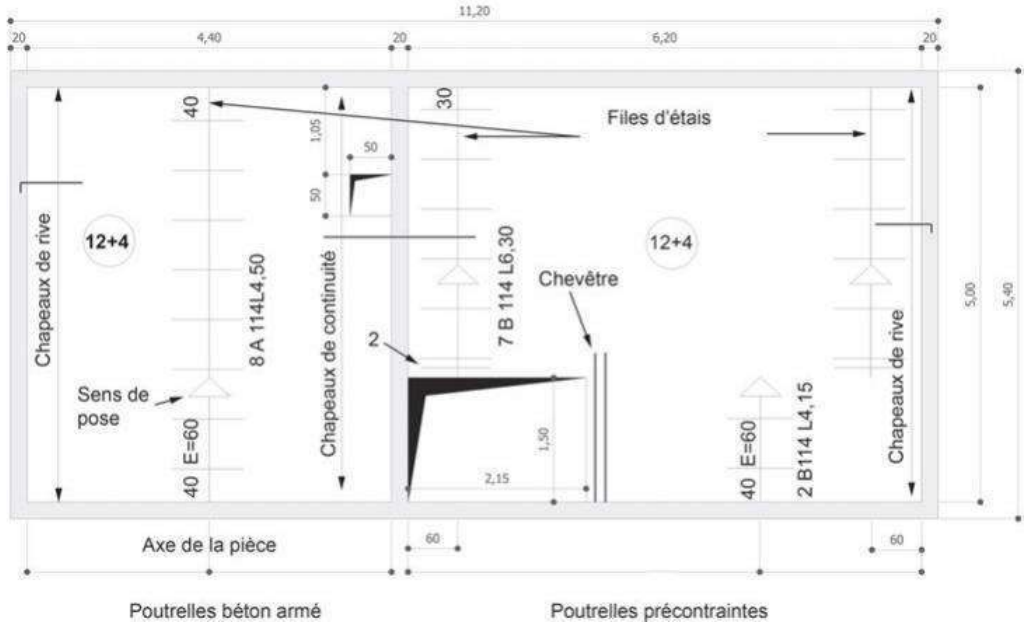


Lorsque les poutrelles sont positionnées face à face sur un mur de refend ou une poutre, les chapeaux sont des barres droites partagées en deux parties égales sur les poutrelles en vis-à-vis, et on pose le treillis soudé sur toute la surface.



Le plan de pose d'un plancher préfabriqué est à la fois :

- un plan de coffrage ;
- un plan d'étaiement ;
- un plan d'armature.



Plan de pose d'un plancher

Les poutrelles sont repérées selon cet exemple : 8 A 114 L 4,50.

- 8 : ce premier chiffre indique le nombre de poutrelles ;
- A : indique la zone (dans le plan donné comme exemple, il y a deux zones : A et B) ;
- 114 : les deux premiers chiffres (11) donnent la hauteur de la poutrelle, le dernier (4) indique le nombre de fils de précontrainte ou d'aciers porteurs ;
- L 4,50 : cette dernière indication est celle de la longueur de la poutrelle.

L'axe de la première poutrelle (zone A ou B) se fait à 40 cm du nu de l'appui. Et l'entraxe des poutrelles est de 60 cm (E = 60). Ainsi, en zone A, deux poutrelles encadrent le passage de 50 × 50 cm (trou d'homme pour l'accès au vide sanitaire). Le chevêtre est évité et, en partie B, un doublage des poutrelles jouxte la trémie d'escalier.

C'est également **un plan d'étaiement**, car la position des files d'étais y est indiquée et cotée.

À SAVOIR

La pose des poutrelles précontraintes nécessite deux files d'étaiement à 50 cm des appuis, tandis que les poutrelles en BA sont étayées en leur milieu ou plus si la longueur le nécessite.

C'est aussi **un plan d'armatures** : les armatures représentées sur le plan du plancher sont uniquement celles de la dalle de répartition et les renforts pour chevêtres et trémies. Leur représentation et leur repérage sont conformes aux règles habituelles régissant les plans d'armatures. Toutefois, il est à noter que les panneaux de treillis soudé sont rarement représentés, bien que la quantité nécessaire figure sur le document de synthèse.

Distributeur **Plancher** Fournisseur				**PLAN DE POSE**			DOSSIER N°			
Entreprise _____							Architecte : _____			
Chantier : _____							Ingénieur			
Bâtiment _____ plancher sur VS							Bureau de contrôle			
NOMENCLATURE DES POUTRELLES					LINÉAIRE TOTAL		Montage	Entrevous	Nbre	
Ref	Vide	L béton	Nbre	Type	Type		Désignation dimension et nombre			
A	4,40	4,50	8	114	114	44,20	Iso 4Vl 18	12 60 53		
B	6,20	6,30	7	125	125	44,10	Poids entrevous			
	4,05	4,10	2	114			Poids poutrelles			
							POIDS TOTAL KG			
							SURFACE HO M2			
							TREILLIS SOUDÉ	Type	Nbre	
							Désignation et nombre			
							Panneau			
					Charges en daN/m2		POIDS 162 kg	SURFACE 150 m2		
					EXPLOIT 150 daN/m2		CHAPEAUX		Nbre	
					Perman 100 daN/m2		HA Désignation et nombre			
					TOTAL 250 daN/m2		HA			
DALLE DE COMPRESSION					DATE		CH 2 X 10 Long 6,00 m			
Dosage ciment : 350 kg/m3					Le _____					
épaisseur : 4 cm					fait à					
béton à couler										
hors chaînage _____					_____					

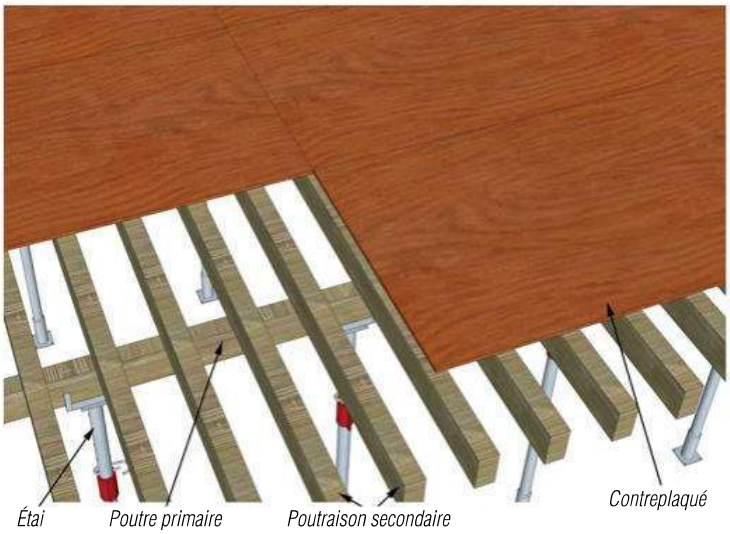
Nomenclature d'un plancher

5.4 Plancher dalle pleine

Une dalle pleine est une plaque porteuse en béton armé coulée sur place, d'une épaisseur de 16 à 20 cm, qui repose sur des appuis : murs ou poutres. Son épaisseur est en général égale à 1/20 de sa portée.

Son armature est souvent constituée par des treillis soudés de gros diamètre et des chapeaux. Les aciers porteurs sont placés en zone tendue, c'est-à-dire en partie basse de la dalle, parallèlement au petit côté (premier lit), et au-dessus des appuis de rive et intermédiaires (chapeaux).

L'enrobage est de 2,5 cm pour les ouvrages courants.



Coffrage pour le coulage d'une dalle pleine

La nature de l'étaiement (section et espacement des poutres primaires et secondaires, et épaisseur du contre-plaqué utilisé) dépend de l'épaisseur de la dalle et de la hauteur sous plafond.

! ATTENTION

Un garde-corps doit être placé en périphérie de la dalle à coffrer. On se servira du coffrage des rives pour l'exécuter.

Mode opératoire pour le coffrage d'une dalle pleine

Les protections collectives périphériques doivent être positionnées avant le coffrage.
Attention : les poutrelles se règlent en déduisant l'épaisseur de la peau coffrante et la hauteur des solives.

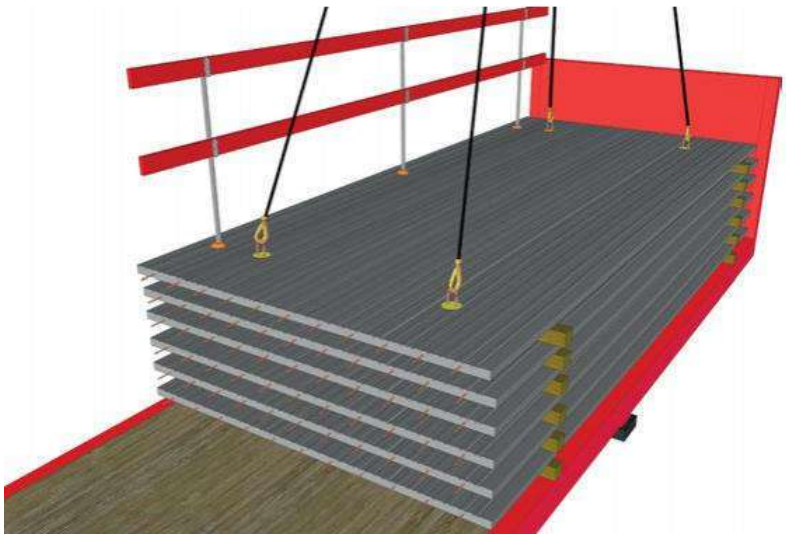
1	Consignes et divers plans (étaiement et ferraillage)
2	Nettoyage et traçage des filières
3	Étaiement et contreventement
4	Réglage de niveau des poutrelles
5	Pose des raidisseurs (suivant l'épaisseur de la peau coffrante)
6	Calepinage et pose des panneaux + joints des plaques, coffrage de rive
7	Huilage de la peau après traçage et pose des réservations éventuelles
8	Vérification du serrage de l'étaiement
9	Armature de la nappe inférieure et renforts (réservations) + chaînage + inserts divers
10	Armatures de la nappe supérieure (chapeaux)
11	Nettoyage de la peau (chute de ferraillage et fil de fer)
12	Coulage et vibration de la dalle
13	Nettoyage

5.5 Prédalle

Les prédalles sont des plaques minces de 5 à 7 cm, en béton armé ou précontraint, intégrant la majorité des aciers porteurs nécessaires à la résistance du plancher. Ces prédalles servent de coffrage.

La sous-face lisse des prédalles garantit la qualité de parement du plafond sous réserve d'un traitement des joints adapté. Des éléments complémentaires facilitant le travail sur chantier peuvent être incorporés aux prédalles : isolants, coffrages, réservations, plots électriques, dispositifs de sécurité.

5.5.1 Levage



Levage de prédalles

Les points de prise pour le levage des prédalles sont idéalement placés par rapport au bord de la prédalle. Des crochets de levage sont, en principe, prévus et peints.

L'angle formé par les brins de chaîne doit rester inférieur à 60°.

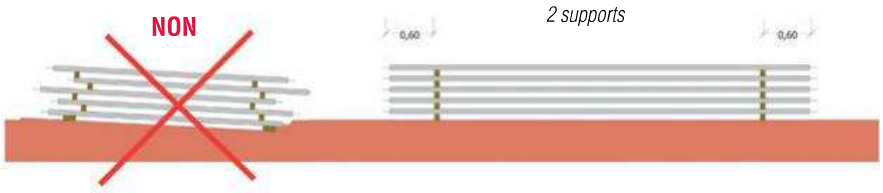
Lors de la pose des prédalles, il faut veiller aux mesures de sécurité telles que :

- le port du casque ;
- l'interdiction de circuler sous la charge ;
- la prise en considération des câbles aériens ;
- la pose du garde-corps avant le levage, etc.

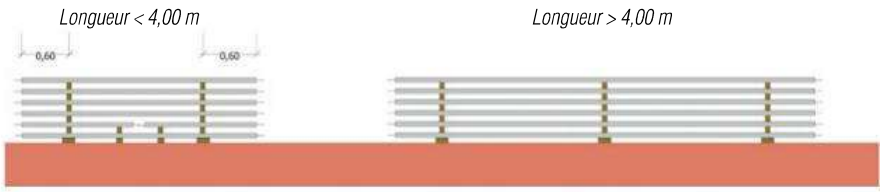
5.5.2 Stockage

Entre les prédalles, les chevrons sont alignés les uns au-dessus des autres et placés contre les boucles de levage.

Pour les prédalles précontraintes, seuls deux supports à 50 cm des extrémités sont nécessaires.



Prédalles précontraintes



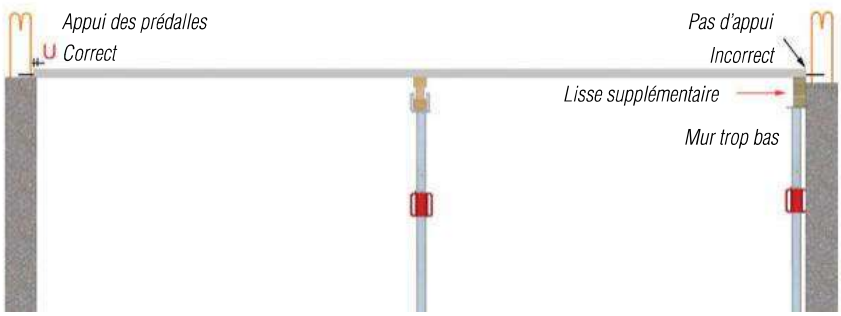
Prédalles béton armé

Stockage des prédalles

Attention à la répartition et à l'alignement des chevrons entre prédalles.

5.5.3 Mise en œuvre

Avant la pose des prédalles, il faut assurer l'exécution conforme des murs d'appui, des coffrages des poutres et des étais. Les appuis des prédalles doivent être de niveau et plans. Si tel n'est pas le cas, les prédalles doivent être posées sur un lit de mortier ou sur une lisse supplémentaire en rive servant de coffrage.



La consistance du béton doit être adaptée à sa destination. Le béton doit être mis en œuvre à l'abri des intempéries. Il doit être déversé d'une hauteur inférieure à 80 cm pour éviter la ségrégation. Il est mis en place manuellement au râteau.

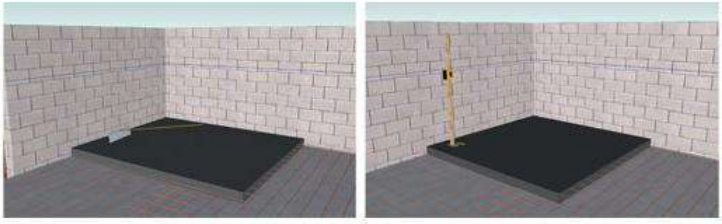
RAPPEL

Les ajouts d'eau sont à proscrire car ils influent sur la durabilité du béton par chute de la résistance, accroissement de la porosité, risques de fissuration, de ségrégation et de farinage.

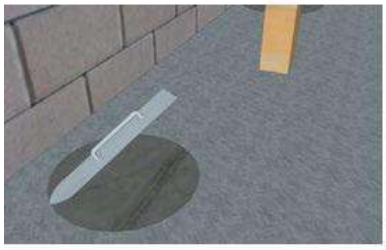
! ATTENTION

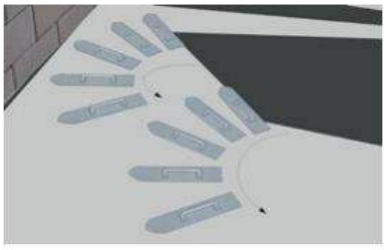
Un coulage de dalle nécessite une grande application, c'est un travail d'équipe où chacun doit remplir sa tâche du mieux possible.

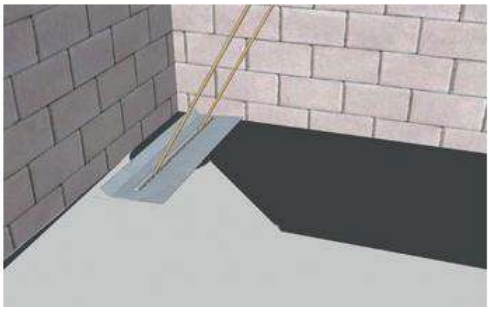
On tire le béton à la règle ou au débulleur après avoir fait des repères de hauteur à l'aide du laser, afin que la surface soit la plus plane possible.



Le béton est surfacé à l'aide d'une taloche ou d'une lisseuse selon la finition voulue.







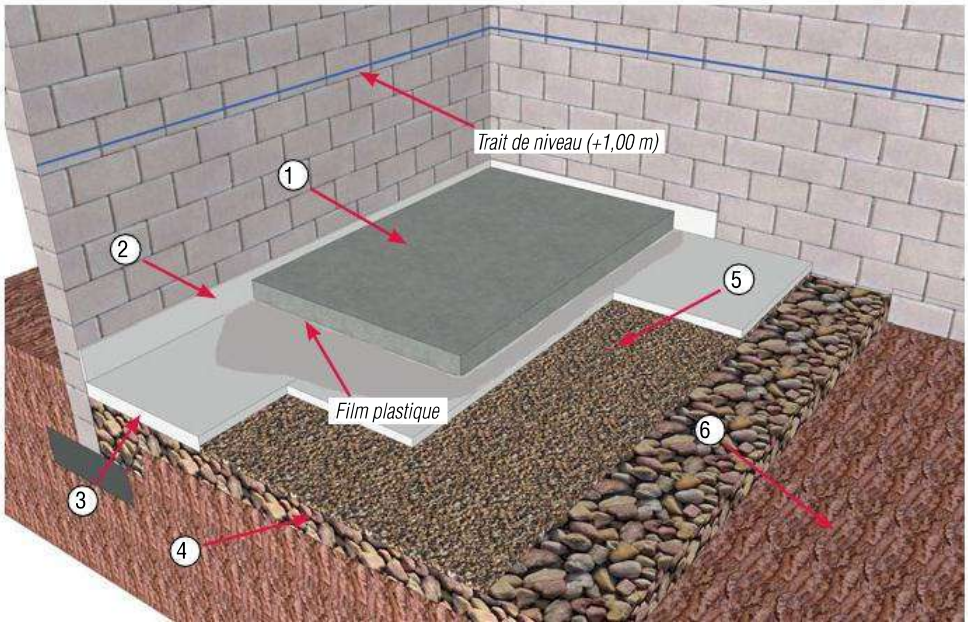
Après coulage par temps chaud, il faut impérativement appliquer une couche de cure.

Exercice

Plancher

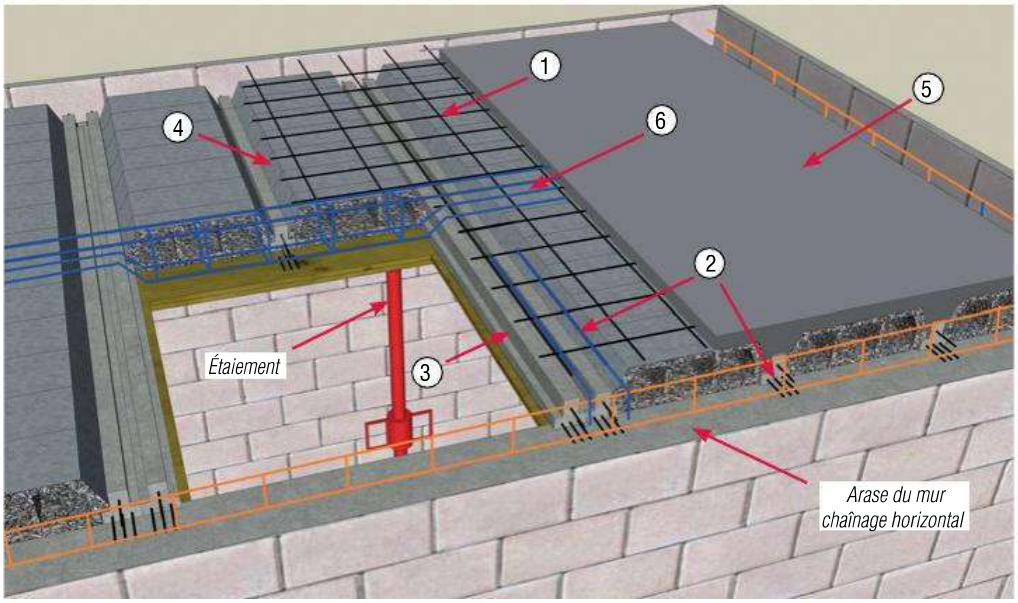
Questions

1. D'après l'image ci-dessous, indiquer les numéros correspondant aux noms des différents éléments constituant un dallage sur terre-plein.



___ - Isolant toute surface
___ - Hérisson de cailloux
___ - Joint de dilatation
___ - Terre-plein
___ - Sable
___ - Dalle béton de 12 cm

2. D'après l'image ci-dessous, indiquer les numéros correspondant aux noms des différents éléments constituant un plancher semi-préfabriqué.



___ - Poutrelles
___ - Hourdis (entrevous)
___ - Position des chapeaux
___ - Chevêtre
___ - Dalle de compression
___ - Treillis soudé

3. Les chapeaux constituent une armature indispensable. Où les place-t-on ? (Entourer la réponse.)

a. Sur chaque poutrelle

b. Entre chaque rangée de hourdis

c. Sur la trémie d'escalier

4. Pour la réalisation des dalles, comment se nomme le maintien provisoire des éléments constituant les planchers ? (Entourer la réponse.)

a. L'arase des murs

b. L'étaiement

c. La protection collective

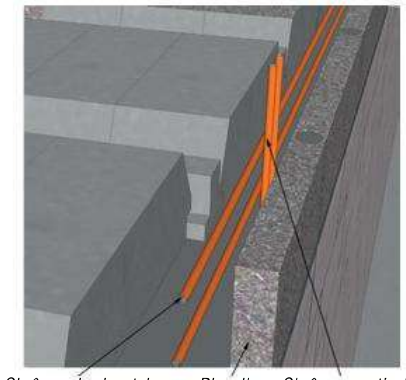
5. Comment se nomment les plaques minces de 5 à 7 cm en béton armé ou précontraint servant de coffrage et intégrant la majorité des aciers porteurs nécessaires à la résistance du plancher ? (Entourer la réponse.)

a. Le treillis soudé

b. La poutrelle

c. La prédalle

6. D'après l'image ci-dessous, indiquer la valeur de l'appui des poutrelles sur ce mur en blocs béton.



Réponses

1. Isolant toute surface : n° 3 ; hérisson de cailloux : n° 4 ; joint de dilatation : n° 2 ; terre-plein : n° 6 ; sable : n° 5 ; dalle béton de 12 cm : n° 1.

2. Poutrelles : n° 3 ; hourdis (entrevous) : n° 4 ; chapeaux : n° 2 ; chevêtre : n° 6 ; dalle de compression : n° 5 ; treillis soudé : n° 1.

3. Sur chaque poutrelle.

4. L'étaiement.

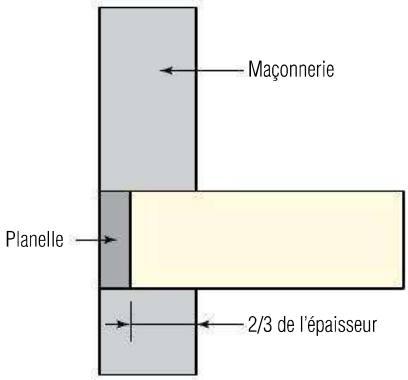
5. Les prédalles.

6. Valeur de l'appui : 2 cm minimum.

POUR EN SAVOIR PLUS

Planchers BA

Les planchers doivent impérativement reposer sur les 2/3 des murs périphériques (enduit non compris) et comporter un chaînage horizontal relié aux chaînages verticaux afin d'empêcher leur soulèvement.



L'épaisseur du plancher est déterminée d'après la destination finale de l'ouvrage, de la qualité et de la nature du support.

Charges admises en fonction de l'épaisseur

Le béton et le mortier pèsent environ 2,5 t/m^3. Il faut donc s'assurer que l'ouvrage puisse supporter une telle charge. Cette masse volumique du béton signifie que pour 1 m^2:

- sur une épaisseur de 20 cm de béton, la charge est de 500 kg ;
- sur une épaisseur de 15 cm de béton, la charge est de 375 kg ;
- sur une épaisseur de 12 cm de béton, la charge est de 300 kg.

Aspects de surface des bétons

Une chape de finition peut être prévue sur la dalle, il faudra en tenir compte lors du nivellement de cette dernière, conformément au tableau ci-dessous.

Tolérances de surface

État de surface	Planéité sous règle de 2 m	Planéité sous règle 0,20 m
Brut de règle	15	Sans objet
Surfacé	10	3
Lissé	7	2

Les aspects de surface du béton sont variés. Les solutions proposées pour l'intérieur et l'extérieur sont à préconiser en fonction de l'expérience et des habitudes locales.

Béton brut : s'obtient par tirage de la règle.

Béton surfacé (taloché) : s'obtient par un talochage de la surface après le tirage de la règle. La finition de ce béton, réalisée à la taloche, est moins fine que celle lissée : on peut y apercevoir de légers mouvements de l'outil.

Béton lissé : s'obtient par passage d'une lisseuse manuelle ou mécanique (hélicoptère) jusqu'à l'obtention d'une surface lisse, le béton fait l'objet ou non d'un traitement superficiel par saupoudrage.

Béton poli : s'obtient par passages successifs de meules abrasives à la surface du béton durci.

Béton désactivé : mise en œuvre par pulvérisation d'un retardateur de prise à la surface du béton frais, dont la composition est par ailleurs plus chargée en gravillons que celle du béton courant.

Béton ciré : utilisation d'un bouche-pores et de cire industrielle.

Béton bouchardé : obtenu par passage d'une boucharde (marteau dont la face de la tête est composée d'un damier de pointes pyramidales).

Dallage sur terre-plein

Le dallage sur terre-plein est aussi appelé dallage indépendant ou encore dallage désolidarisé car il ne repose que sur le terre-plein.

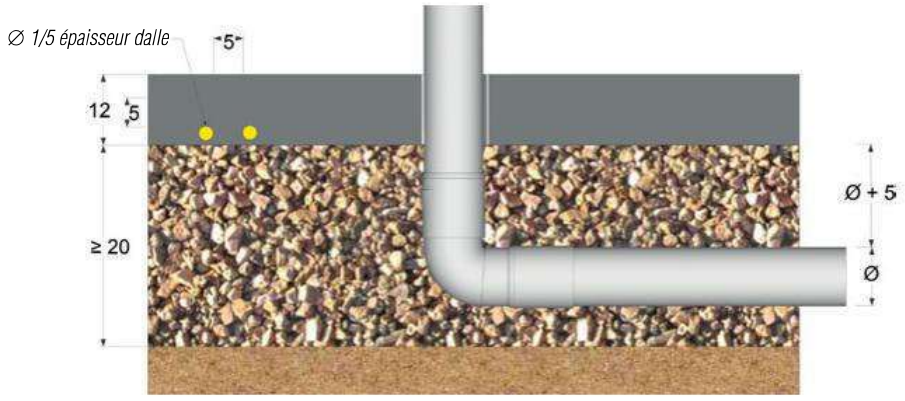
Forme (hérisson)

Dans certains cas, la portance de la forme sera mesurée. Il sera donc nécessaire de réaliser des essais de plaque qui mesureront cette portance.

Essai de plaque

! ATTENTION

Rappel : les attentes en PVC des évacuations s'effectuent avant la préparation de la forme. Ces canalisations doivent impérativement se situer dans la forme du dallage et non pas dans le béton. La distance minimale entre le dessus de la canalisation et la sous-face du dallage doit être égale à un diamètre + 5 cm. Les remontées verticales doivent être munies d'un fourreau. Les gaines passant dans le béton ne doivent pas excéder 1/5 de l'épaisseur (soit 24 mm pour une épaisseur de 12 cm de béton) ; elles doivent être espacées de 5 cm au minimum.



Pour réaliser un dallage indépendant, il faut poser :

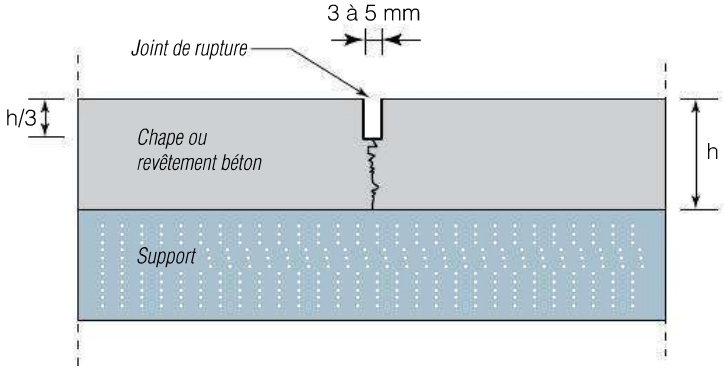
- une interface (sable, film) avec des relevés périphériques éventuels pour limiter les remontées d'eau et faciliter le libre retrait de la dalle ;
- un isolant toute surface ;
- un joint de dilatation périphérique toute hauteur ;
- un treillis antifissuration et, en particulier, renforcer des points singuliers (angles rentrants ou saillants, raccordements aux longrines).

Dans le cas d'une maison individuelle où il n'y a pas de joints de retrait, ce treillis soudé antifissuration sera un TS ST25C.

Joints

En tant que terme générique, un joint sépare, garnit ou calfeutre un interstice entre deux éléments de natures différentes ou identiques.

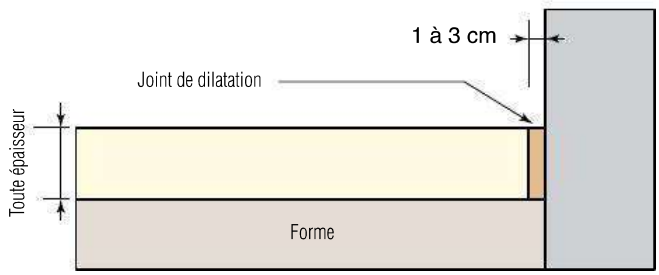
Dans un ouvrage en béton, l'emplacement des joints doit tenir compte de la trame des poteaux et de l'implantation des portes et baies vitrées. Ils contribuent à l'esthétique de l'ouvrage.



Profondeur du joint de retrait

On distingue plusieurs types de joints dans les ouvrages en béton :

- Joints de construction (ou d'arrêt de coulage) : ils sont réalisés pour les grandes surfaces horizontales de manière à découper celles-ci en panneaux de plus petites dimensions. Ils coïncident généralement avec un joint de retrait, de dilatation ou d'isolement.
- Joints de retrait (ou rupture) : ils ont une double fonction, permettre le libre retrait du béton des panneaux de dallage et tenter de guider la fissuration qui risque d'avoir lieu (phénomène normal, lié à la nature même du béton, dû aux variations climatiques journalières ou saisonnières). Les joints de retrait sont donc positionnés en réfléchissant aux endroits où risque de se former une fissuration. Le sciage est la méthode usuelle pour créer ce joint. La profondeur du joint est égale à 1/3 de l'épaisseur du dallage ± 10 mm. Sa largeur à l'exécution varie de 3 à 5 mm. L'espacement entre joints est fonction de l'épaisseur du dallage, environ tous les 25 m^2.
- Joints de dilatation (ou de désolidarisation) : ils ont pour fonction de désolidariser un dallage d'autres éléments de construction (poteaux, longrines, massifs, murs…). Ils concernent toute l'épaisseur du dallage. (On nomme aussi joints de dilatation des joints effectués sur l'ensemble d'un bâtiment lorsque celui-ci est de grandes dimensions. Ils sont espacés d'environ 25 m.)



Dallage porté

Ce dallage, souvent confondu avec un radier, est une dalle reposant sur le sol, mais dont la forme n'a pas obligation d'avoir une quelconque résistance, car cette dalle repose sur les murs périphériques. La forme ou remblai ne sert que de coffrage perdu. Ce dallage porté sera ferraillé comme une dalle pleine.

Plancher semi-préfabriqué

Les poutrelles BA sont stockées bien posées à plat sur des lattes bien superposées.

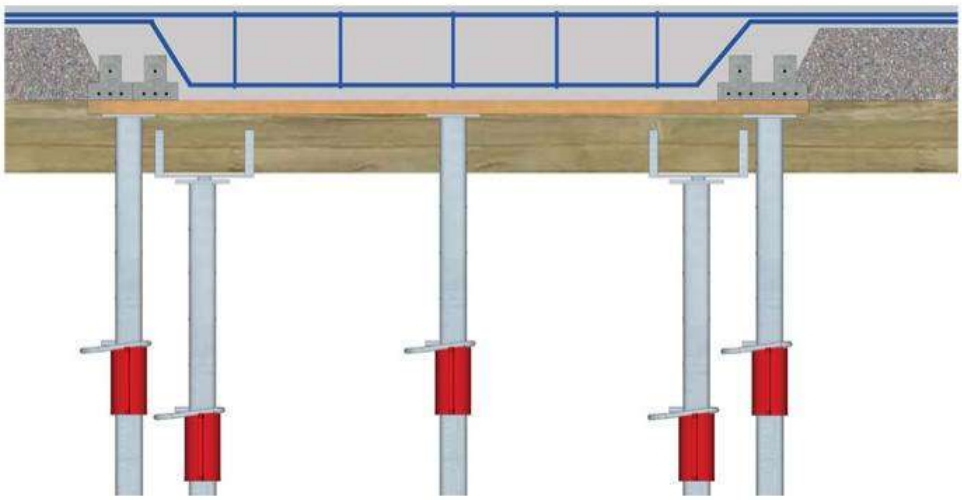
Pour les poutrelles précontraintes, on installe uniquement deux calages à 50 cm des extrémités. Pour les poutrelles en béton armé plus longues, prévoir trois voire quatre calages, toujours bien alignés verticalement (voir schéma plus haut).

Trémie

Une trémie est une ouverture, une réservation prévue dans le plancher, pour permettre le passage d'un escalier par exemple. Elle est renforcée d'un côté par un chevêtre et de l'autre par le doublage des poutrelles.

Chevêtre en BA

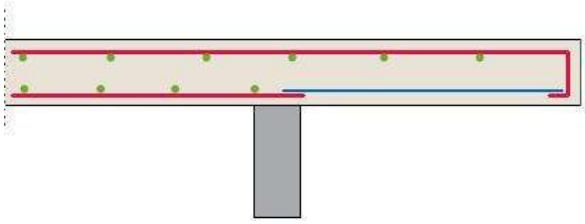
Le chevêtre est la poutre qui maintient les poutrelles du plancher au niveau de l'ouverture d'une trémie ou réservation, c'est le renfort de dalle. C'est un ouvrage en béton armé reposant sur des poutrelles doublées et recevant les poutrelles ne pouvant prendre appui sur les murs, permettant ainsi de laisser une ouverture dans la dalle.



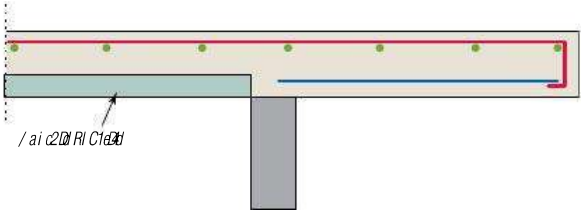
Coupe sur un chevêtre avec barres bateau

Balcon

Le balcon est une plate-forme en saillie sur une façade, soutenu ou non par des consoles, des colonnes ou des murs, et communiquant avec l'intérieur du bâtiment. Les balcons BA sont des dalles se trouvant à l'extérieur des bâtiments, ils sont pour la majeure partie d'entre eux en porte-à-faux.



Dalle pleine



Poutrelles hourdis

Plancher dalle pleine

Étaiement et coffrage

Rappel : La réalisation du coffrage d'un plancher traditionnel repose nécessairement sur un étaiement afin de pouvoir couler la dalle à la bonne hauteur. Le plan d'étaiement donne la position des filières d'étaiement. La nature de l'étaiement (sections des bois et espacements des poutres primaires et secondaires, espacements des étais et épaisseur du contreplaqué utilisé) dépend de l'épaisseur de la dalle et de la hauteur sous plafond. Cet étaiement doit être obligatoirement contreventé. Le travail débutera par la pose des protections collectives au niveau supérieur.

! ATTENTION

Les coffrages présentent un risque d'effondrement pendant la mise en œuvre.

Le matériel d'étaiement est approvisionné et monté : les tours sont installées de niveau et avec leurs planchons de travail ; les étais simples doivent être équipés de trépieds et contreventés.

La hauteur des étais correspond à la hauteur sous dalle à laquelle on soustrait l'épaisseur du contreplaqué, la hauteur des solives et la hauteur des poutrelles.

Les poutres primaires doivent être bloquées sur les fourches pour éviter leur renversement. Elles doivent toujours avoir un recouvrement de 50 cm.

Les poutres secondaires (solives) sont posées et fixées sur les primaires par en dessous, à l'aide d'un échafaudage si nécessaire.

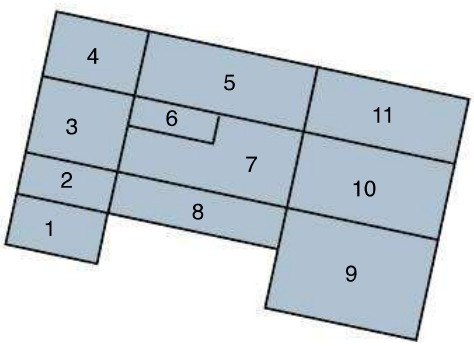
Le contreplaqué de coffrage est posé. Les plaques doivent être jointives et les joints de plaques doivent impérativement être à l'axe d'une poutrelle. Ils sont recouverts d'un adhésif afin de conserver l'étanchéité du coffrage.

La situation est dangereuse au moment de la pose du contreplaqué sur les raidisseurs. Pour limiter les risques, on positionne des raidisseurs tous les 20 cm (ce qui engendre un coût supplémentaire de main-d'œuvre et de matériel), mais cette solution ne supprime pas entièrement les risques de chute.

Espacement resserré des solives (raidisseurs) afin d'améliorer la sécurité

Prédalle BA et précontraintes

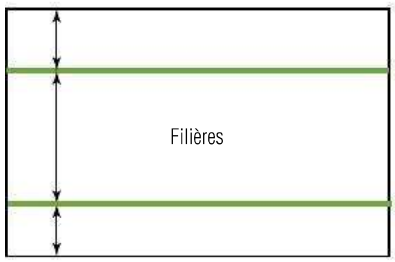
Plan de pose de prédalles

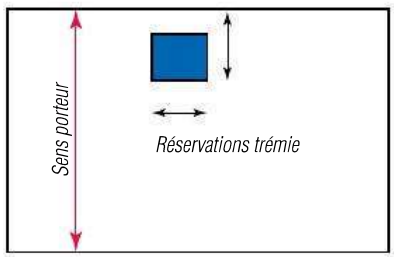


Calepinage des prédalles

Le plan de pose ainsi que les plans de détails de chaque prédalle contiennent tous les renseignements nécessaires à la fabrication et à la pose du plancher, à savoir :

- le numéro de position de chaque prédalle ;
- l'emplacement de chaque prédalle ;
- la distance entre les étançons de montage ;
- les armatures de liaison entre prédalles ;
- la largeur des appuis ;
- les dimensions des prédalles ;
- la section des armatures ;
- les positions et dimensions des réservations.





Rappel : avant la pose des prédalles, il faut assurer l'exécution conforme des murs d'appui, des coffrages de poutres et des étais. Les appuis des prédalles doivent être de niveau et plans, si tel n'est pas le cas, les prédalles doivent être posées sur un lit de mortier ou sur une lisse supplémentaire en rive servant de coffrage (voir schéma plus haut). Si le repos sur l'appui est inférieur aux valeurs du tableau ci-dessous, les lisses de rive sont obligatoires.

Tableau de repos minimal des prédalles

Éléments porteur	Pose sans étais		Pose avec étais
	Lpr* < 5 m	Lpr* > 5 m	
Béton armé	3 cm	4 cm	2 cm
Maçonnerie dressée	5 cm		4 cm
* Lpr = longueur de la prédalle			

La pose des garde-corps périphériques s'effectue sur la prédalle, avant l'accrochage de celle-ci, ce qui permet d'être toujours en sécurité et indique en outre le sens de pose.

Étaiement

Les points suivants sont à surveiller :

- contreventer les files d'étais par des dispositifs appropriés ;
- éviter les efforts horizontaux sur les étaiements pendant la pose des prédalles ;
- prévoir l'alignement vertical des files d'étaiement par rapport au niveau inférieur.

L'enlèvement des étais ne peut être effectué que lorsque la résistance du béton de la dalle permet de supporter les charges d'étaiement des niveaux supérieurs. Le temps pour atteindre la résistance désirée dépend, entre autres, de la qualité du béton et de la température ambiante.

Vérifier :

- le bon état des étais utilisés ;
- le centrage des charges sur les têtes des étais ;
- l'efficacité du contreventement ;
- les réglages et les niveaux des lisses d'étaiement.

Armatures des prédalles

Les prédalles sont déjà armées mais l'armature supérieure, les armatures de liaison et éventuellement d'autres armatures de renfort sont posées sur le chantier.

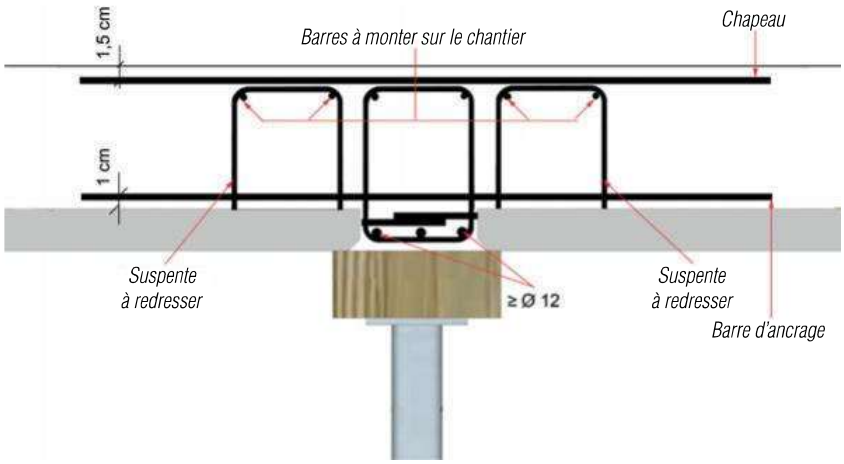
Dans le cas de planchers portant dans les deux sens, une armature supplémentaire est placée sur les prédalles transversalement au sens des poutrins tridimensionnels.

Il faut un treillis soudé de recouvrement sur chaque joint de prédalle, celui-ci sert d'antifissuration (acier de couture).

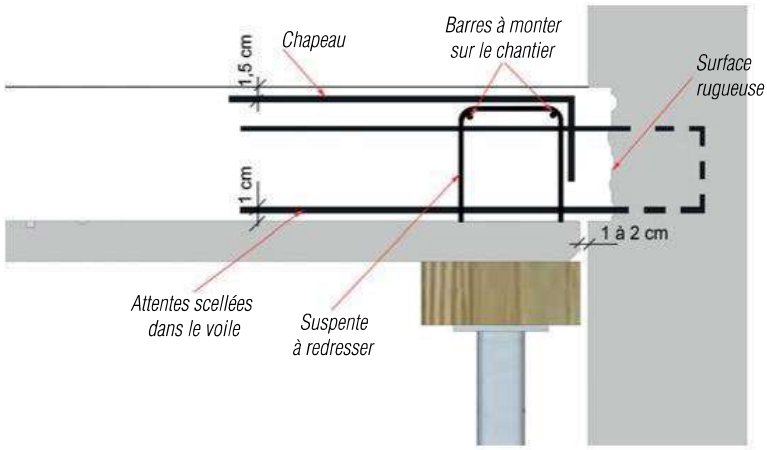
Toute réservation possède un renfort de barres en périphérie.

Des écarteurs de nappes sont prévus pour maintenir les aciers en chapeaux.

La bande noyée (BN) constitue un élément porteur. Elle est dimensionnée pour supporter les réactions d'appui des prédalles ; son épaisseur est celle de la dalle.



Bande noyée (BN)



Prédalle suspendue à un voile

La prédalle suspendue à un voile ne pose pas sur celui-ci mais est reliée à son ossature grâce à des aciers de liaison incorporés lors du coulage du voile. Ce dernier se poursuit plus haut que ce raccord ; c'est pourquoi on définit la prédalle comme étant suspendue.

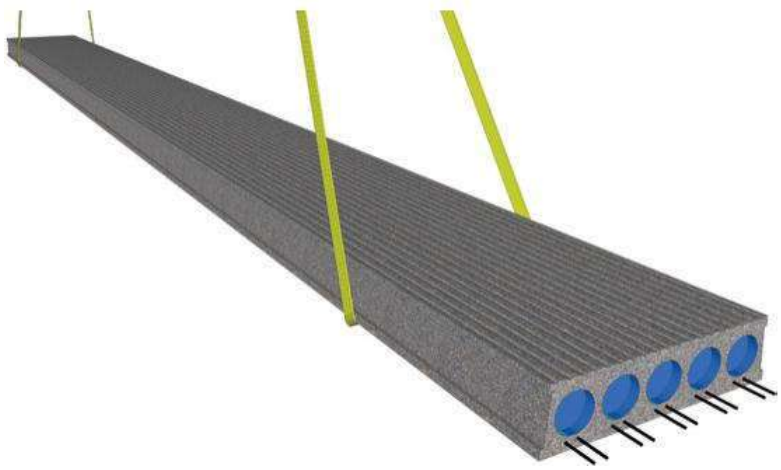
Ces prédalles sont munies d'une armature de renfort en extrémité et des barres complémentaires sont à monter sur le chantier. Un joint de 1 cm est prévu entre le mur et la prédalle. Une lisse périphérique est donc nécessaire au soutien de la prédalle suspendue.

Avant le coulage de la dalle, il faut toujours vérifier l'étaiement.

Prédalle alvéolée

La prédalle alvéolée est un élément en béton précontraint par armatures adhérentes. Cet élément s'obtient par extrusion et forte compression du béton. Sa largeur standard est de 1,20 m ; son épaisseur varie suivant les exigences du chantier : 16, 20, 26,5 ou 32 cm.

L'élingage s'effectue soit par palonnier spécifique, soit par élingues traversantes ou par sangles.



Élingage d'une prédalle alvéolée

La prédalle alvéolée convient aux bâtiments à grandes trames (elle permet d'obtenir de grandes surfaces libres donc limite les éléments porteurs). Elle est donc particulièrement adaptée aux parkings, bureaux, bâtiments scolaires et commerciaux, hôpitaux…

Certaines prédalles alvéolées se posent sans étais ce qui fait gagner du temps sur le planning et, finalement, permet d'économiser sur le coût de la construction.

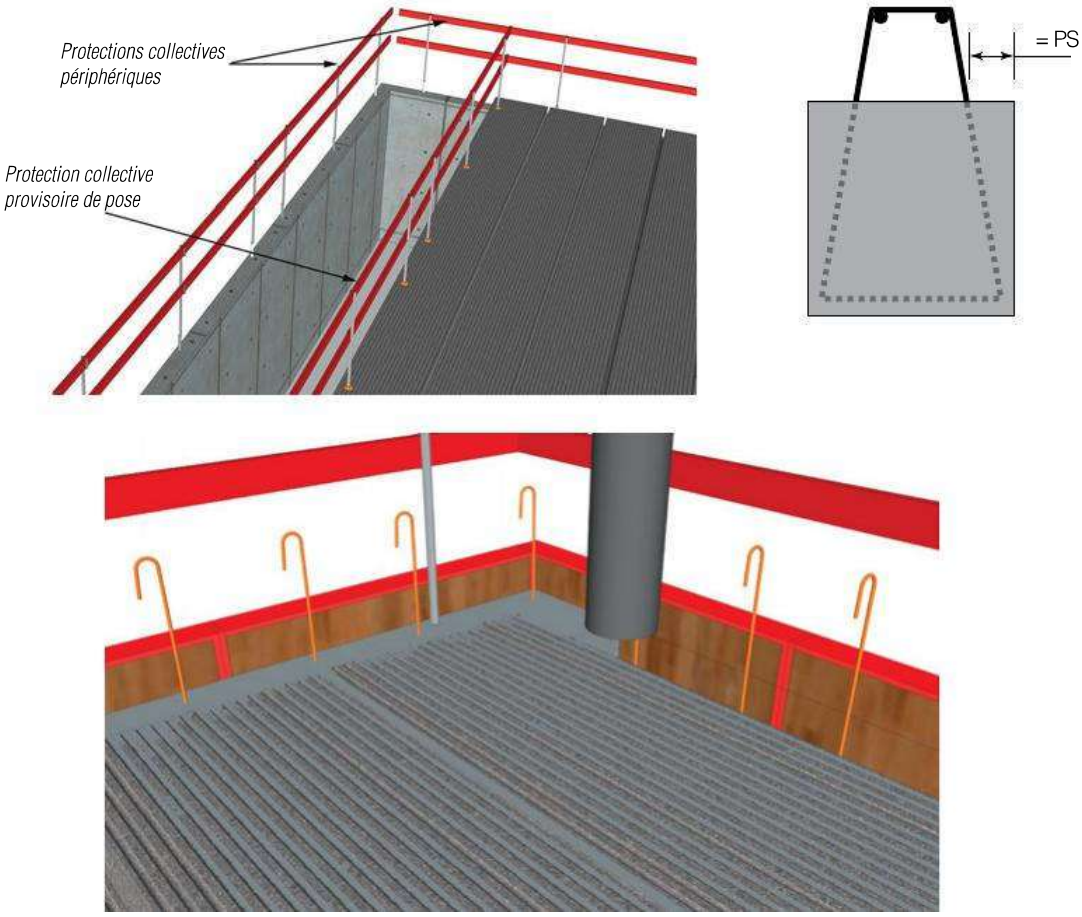
Pose des prédalles alvéolées

Pour assurer la stabilité en phase provisoire, une tour d'étaiement est quasi obligatoire. Dans le cas où les prédalles alvéolées sont posées avec un étaiement de rive, le système mis en place doit être autostable et contreventé dans les deux sens. La réaction d'étais indiquée sur les plans de pose entraînera la plupart du temps la mise en place de tours d'étaiement.

Ces prédalles sont posées jointivement et assemblées par un clavetage béton, formant ainsi le plancher fini.

Dans le cas courant, la face supérieure de la prédalle alvéolée est griffée pour recevoir une dalle collaborante coulée sur chantier. Si elles ne reçoivent pas de dalle collaborante, les prédalles alvéolées ont leur face supérieure lissée et elles seront simplement clavetées entre elles.

Le coulage des clavetages s'effectue immédiatement après la pose des prédalles.

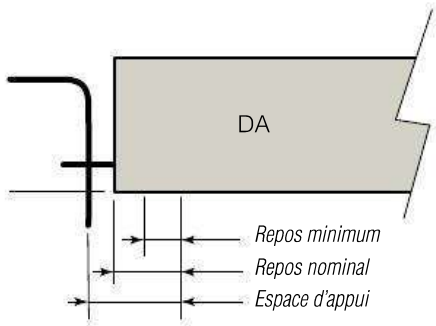


Coulage des clavetages

Valeurs de repos

Trois valeurs sont à considérer pour l'appui d'une prédalle alvéolée :

- Espace d'appui : profondeur d'appui devant être réservé pour permettre la pose des dalles alvéolées et l'assemblage des différents éléments (prise en compte des différentes tolérances des éléments à assembler).
- Repos nominal : valeur de repos d'appui indiqué sur le plan de pose.
- Repos minimum : valeur de repos sur appui constatée sur le chantier, en dessous de laquelle une lisse de rive est obligatoire.



Repos minimum : valeur de repos sur appui constatée sur le chantier en dessous de laquelle une lisse de rive est obligatoire.

Repos nominal : valeur de repos d'appui indiqué sur le plan de pose.

Espace d'appui : profondeur d'appui devant être réservé pour permettre la pose des dalles alvéolées et l'assemblage des différents éléments (prise en compte des différentes tolérances des éléments à assembler).

Tableau des distances d'appui d'une prédalle alvéolée

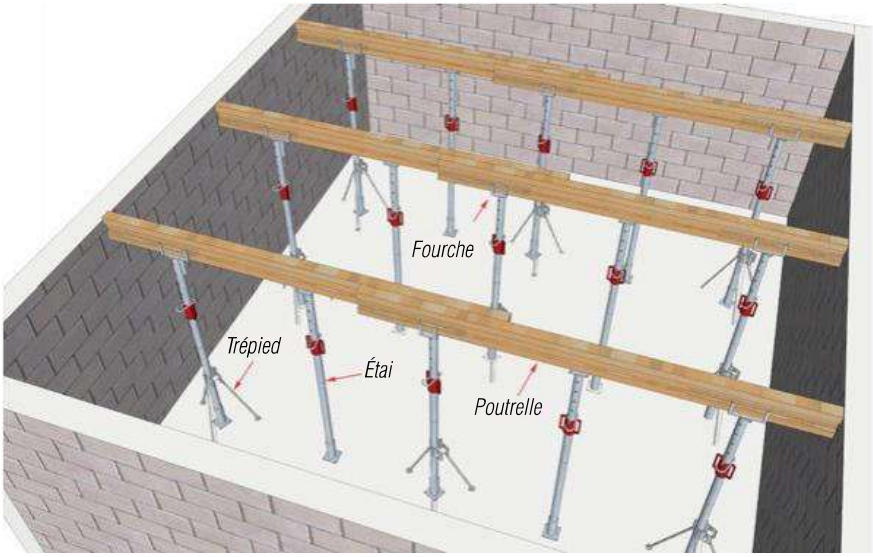
Distances selon la portée et l'option d'étaiement (avec ou sans lisse), sans étai intermédiaire.

Condition d'appui	Avec lisse	Sans lisse Portée ≤ 10 m	Sans lisse Portée ≤ 12,5 m	Sans lisse Portée ≤ 15 m	Sans lisse Portée > 15 m
Appui minimum	0	3	4	5	6
Appui nominal	2	5	6	7	8
Espace d'appui	4	7	8	9	10

Les abouts standards des prédalles alvéolées sont rugueux, avec des torons dépassant quand la longueur d'appui est insuffisante. Pour éviter la pénétration du béton dans les alvéoles, des bouchons en plastique ou en polystyrène sont mis en place.

Étaiement pour tous les types de planchers béton

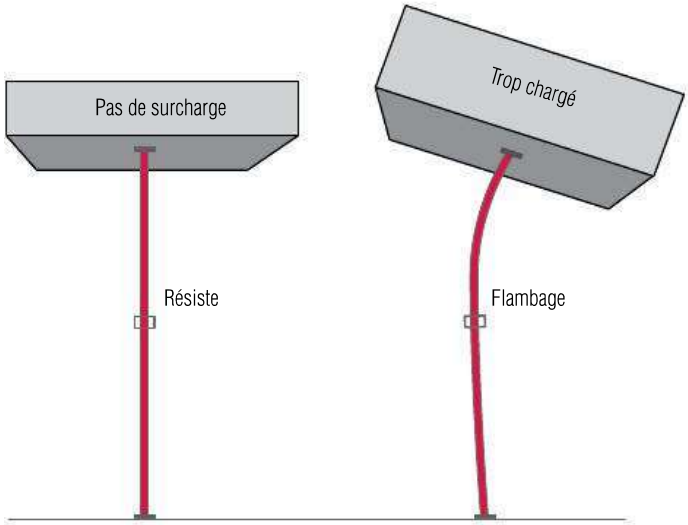
L'étaiement est constitué d'étais ou de tours étais (ou tours échelles) sur lesquels des poutrelles en bois ou en aluminium.



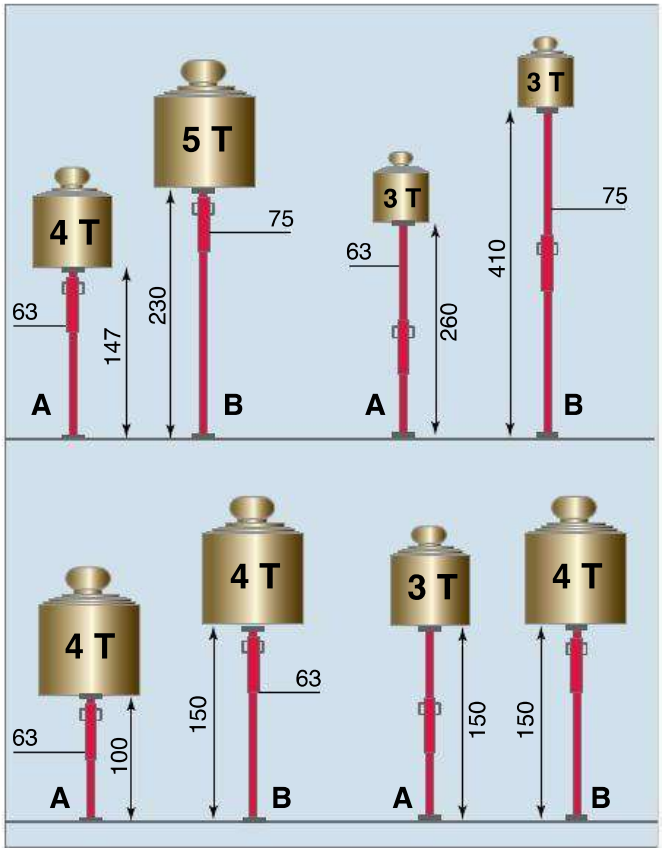
Étais

Quelques règles indispensables sont à respecter :

- La platine de base ne doit pas être tapée au marteau et rester en bon état.
- L'étai doit reposer sur une surface propre et suffisamment solide (dalle béton). Dans le cas contraire, il sera posé sur une semelle de bois bien stable. (Les règles sont les mêmes pour les pieds d'une tour.)
- L'étai doit être stabilisé à sa base par un trépied afin d'éviter sa chute pouvant entraîner celle de l'ensemble de l'étaiement et de l'ouvrage soutenu.
- Pour maintenir les poutrelles, les étais doivent être munis de fourches (et les poutrelles doivent être axées sur les fourches).
- Les broches doivent impérativement être d'origine.
- L'étai ne doit pas être dévissé à fond pour garder une marge de décoffrage.
- L'étai ne doit pas être en surcharge. C'est pourquoi il faut toujours respecter le plan d'étaiement.



Une surcharge peut, à l'extrême, engendrer la rupture de l'étai



Choix de la hauteur des étais selon le diamètre du tube (Ø 63 ou 75)

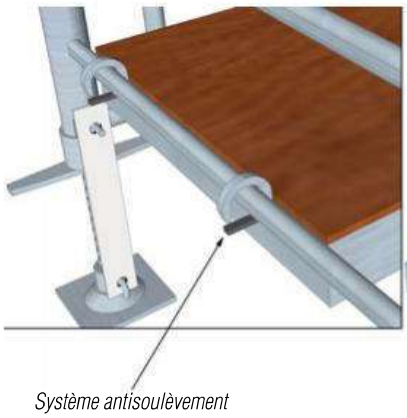
Le stockage des étais se fait en principe dans des casiers prévus à cet effet.

Tours étais

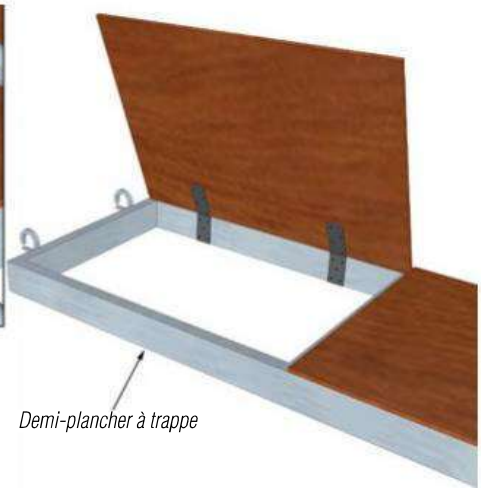
Les tours doivent se monter, se démonter et s'utiliser en sécurité, eu égard aux risques de chute de hauteur. Le montage et le démontage des tours s'effectuent à l'aide de plateaux, ou planchons, couvrant au moins la moitié de la surface de la tour. Ces demi-planchers doivent être parallèles entre eux, alternés verticalement et espacés au maximum de 1,50 m.

Les opérations de réglage des vérins et de pose des filières doivent pouvoir s'effectuer depuis le dernier plancher qui sera constitué d'éléments jointifs couvrant toute la surface de la tour. Une trappe en permettra l'accès.

Les surfaces de circulation ou de travail doivent être antidérapantes. Les plateaux, ou planchons, sont munis de trappes autorabattables avec garde-à-main et dotés d'un système automatique d'antisoulèvement.



Système antisoulèvement



Demi-plancher à trappe

Lorsqu'ils sont destinés à constituer des planchers de travail, les plateaux, jointifs entre eux, couvrent toute la surface de la tour.

Les protections contre les risques de chute à l'extérieur de la tour doivent être constituées de garde-corps placés à une hauteur comprise entre 1 m et 1,10 m et comportant au moins une plinthe de butée de 10 à 15 cm, une main courante et une lisse intermédiaire à mi-hauteur (ou par tout autre moyen assurant une sécurité équivalente).

Pour que son déplacement à la grue soit possible et aisé, il faut indiquer, sur la notice et sur les plans, les points de levage et le mode d'élingage de la tour.

Préconisations

Avant chaque étaiement il faut regarder le plan d'étaiement et de méthode :

Vérification de la nature et de la portance du sol. Une semelle de bois sous chaque pied.

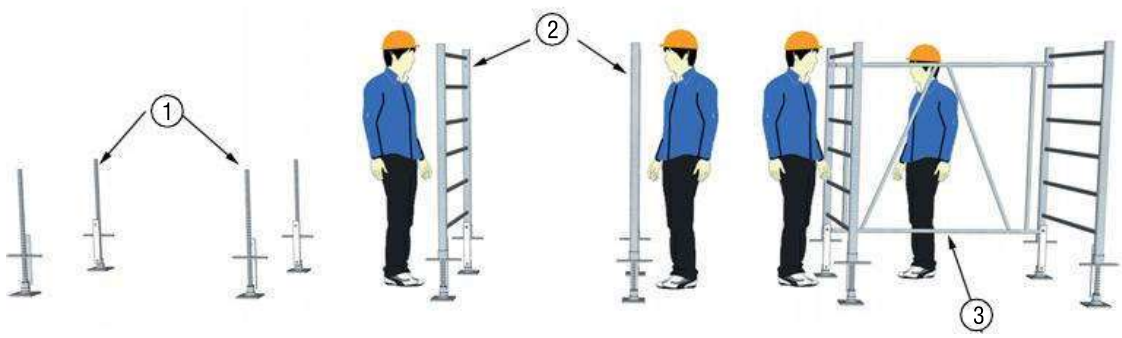
Vérification de l'aplomb et de la mise à niveau des éléments. Bien s'assurer de la mise en œuvre de la diagonale horizontale. Les planchons sont disposés en quinconce et jointifs tous les 3 m. Les poutrelles sont axées sur les fourches qui les soutiennent.

REMARQUE

Le montage des tours ne peut être réalisé que par du personnel formé. La législation oblige à avoir des plans et des notes de calcul adaptés au chantier considéré. Un contrôle de montage doit être effectué par du personnel habilité n'ayant pas participé au montage de la tour d'étaiement.

Déroulement du montage

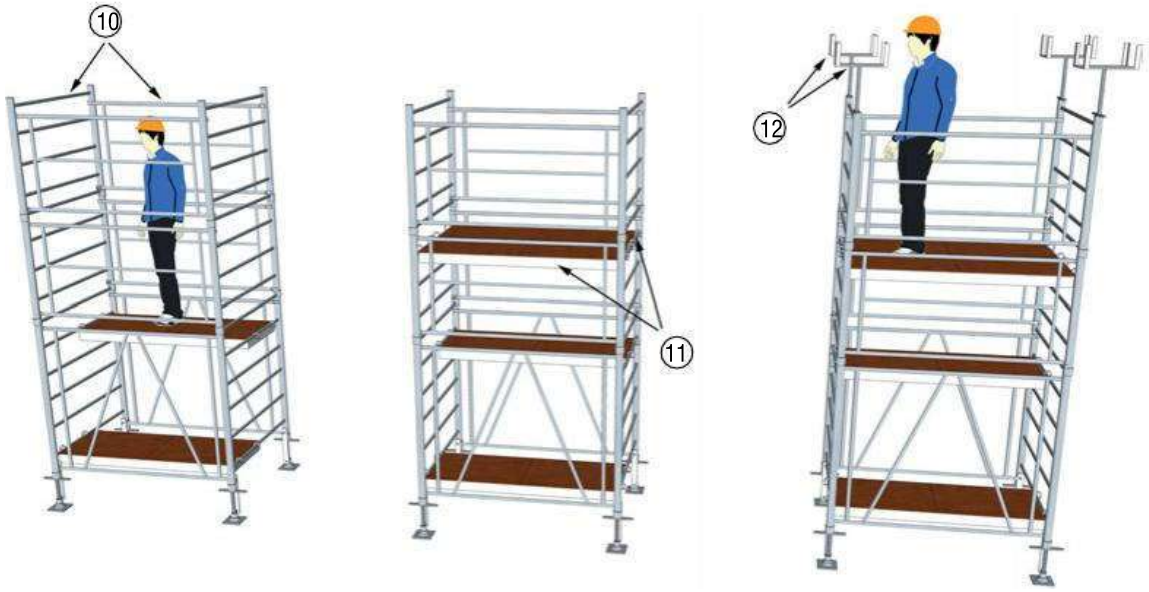
1. Mise en place des vérins et de la diagonale horizontale.
2. Mise en place des cadres.
3. Mise en place des lisses connecteurs garde-corps (GC) et verrouillage des vérins imperdables.



4. Mise en place d'un plateau à trappe autorabattable, verrouillage antisoulèvement automatique et mise à niveau de la tour.
5. Mise en place des lisses connecteurs GC et verrouillage des vérins imperdables.
6. Mise en place des cadres échelles et verrouillage des broches.

7. Mise en place lisses connecteurs GC et verrouillage des broches.
8. Ajout d'un plateau à 1,50 m de hauteur maximum et en alternance.
9. Mise en place des cadres échelles.

10. Mise en place des lisses connecteurs GC et des cadres, puis verrouillage des broches.
11. Mise en place de deux plateaux pour le dernier plancher.
12. Mise en place des vérins fourches.



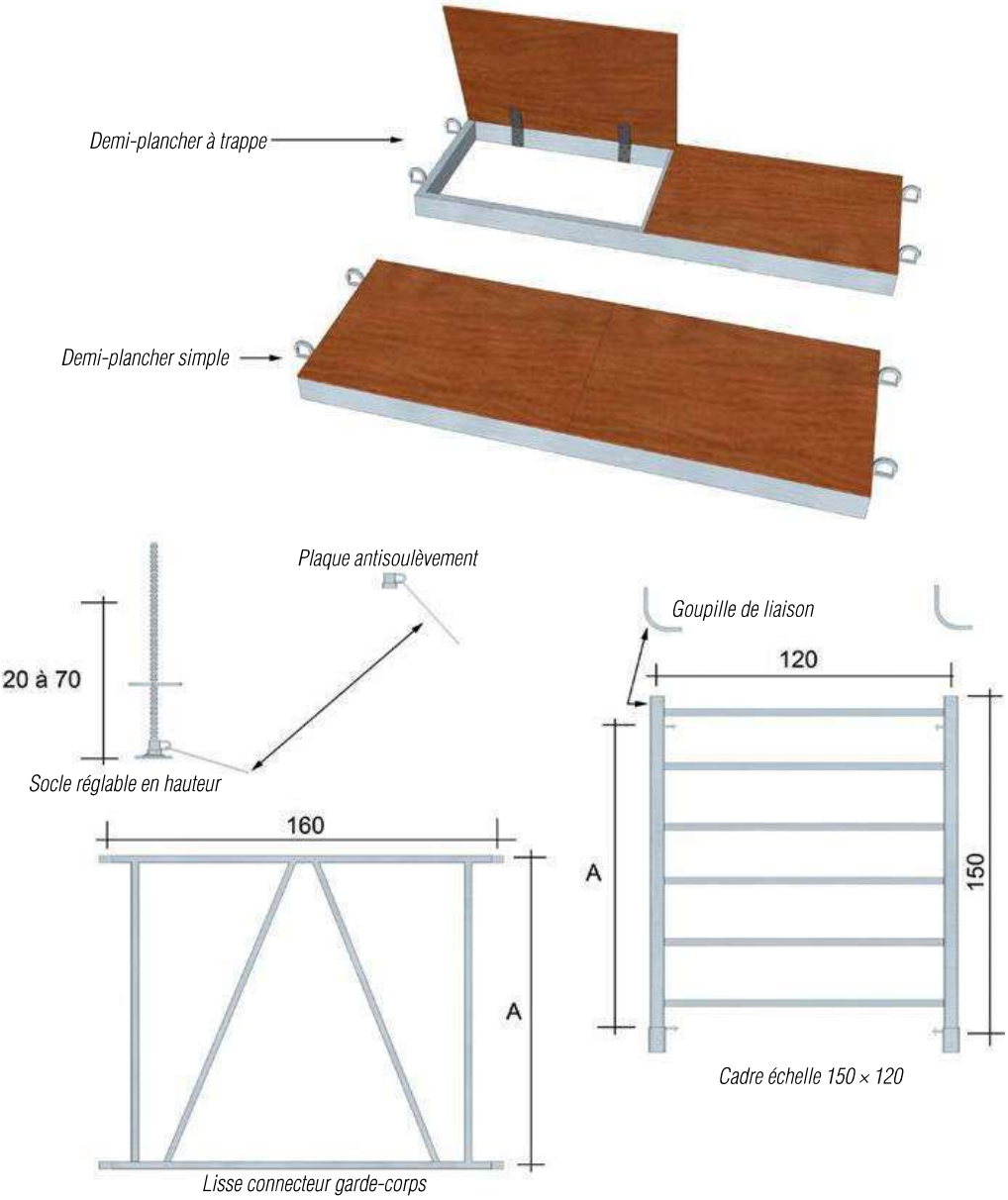
Les tours d'étaiement servent essentiellement à la reprise de la descente des charges. Elles font occasionnellement office de postes de travail en hauteur, à cet égard, elles doivent répondre aux exigences du décret 2004-924 du 1er septembre 2004 (plancher complet jointif, bordé de garde-corps avec lisse, sous-lisse et plinthe). La fonction du garde-corps est d'empêcher la chute des personnes (en particulier grâce à la lisse et la sous-lisse) mais aussi la chute d'objets grâce à la plinthe. Cette dernière sert également à empêcher la chute d'une personne qui glisserait sur le plancher et pourrait, sans plinthe, passer entre le plancher et la sous-lisse.

Évaluation des risques

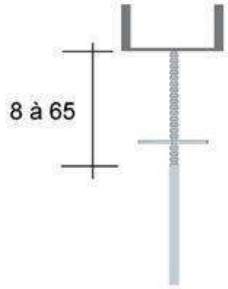
Lors des opérations de montage, démontage, accès et réglage, le risque principal est la chute de personnes. Lors des travaux exécutés sur un plancher de travail, le risque principal reste la chute de personnes et existe aussi, dans une moindre mesure, la chute d'objets.

Lors des opérations de montage, de démontage, d'accès et de réglage, la pose ou la dépose de plinthes exposerait les monteurs à un risque de chute de hauteur supérieur au bénéfice escompté (éviter la chute d'objets). De ce fait, il est admis que les garde-corps, lors de ces opérations, puissent ne pas comporter de plinthe. En contrepartie, les plateaux sont anti-dérapants pour éviter le risque de glissade.

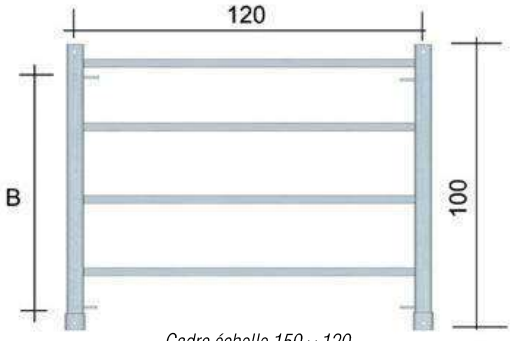
Dans le cas des tours qui comportent de nombreux éléments métalliques (cadres, échelles, contreventements, diagonales…), ces éléments gênent ou empêchent la pose des garde-corps. Ces éléments d'un même plan vertical peuvent faire office de protection contre la chute de personnes, sous réserve que leur espacement ne permette pas la chute.



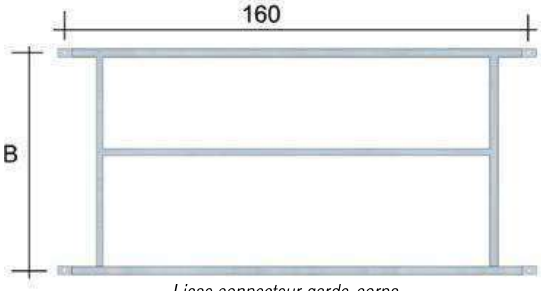
Éléments constituant une tour d'étaiement (cotes en cm)



Fourche réglable en hauteur

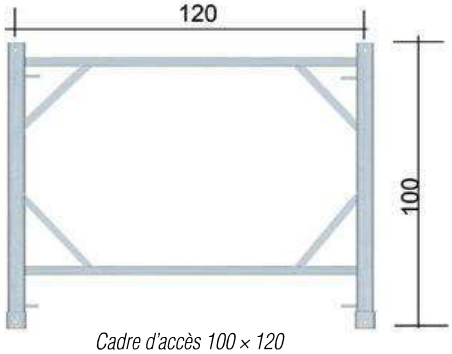


Cadre échelle 150 × 120



Lisse connecteur garde-corps

Cotes en cm

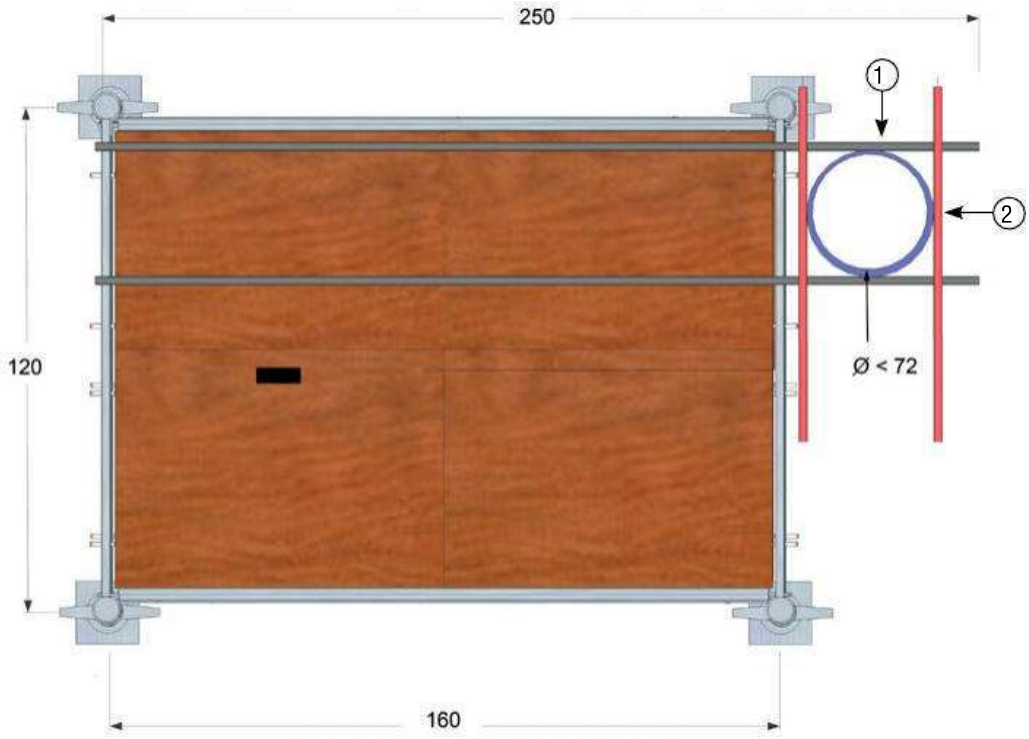


Cadre d'accès 100 × 120

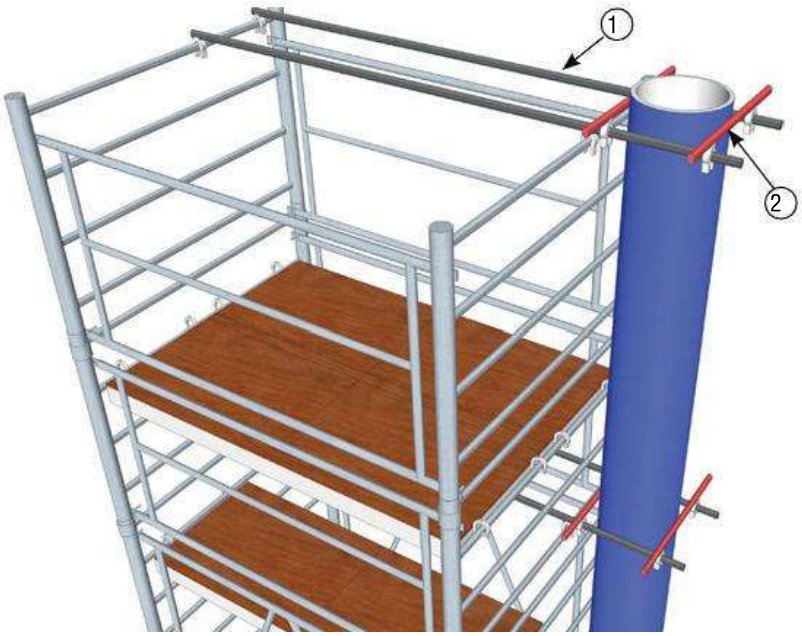
Éléments constituant une tour d'étaiement (cotes en cm) ***(suite)***

Supports de coffrage carton

Une gamme d'accessoires permet de garantir le positionnement des coffrages carton.



Vue en plan



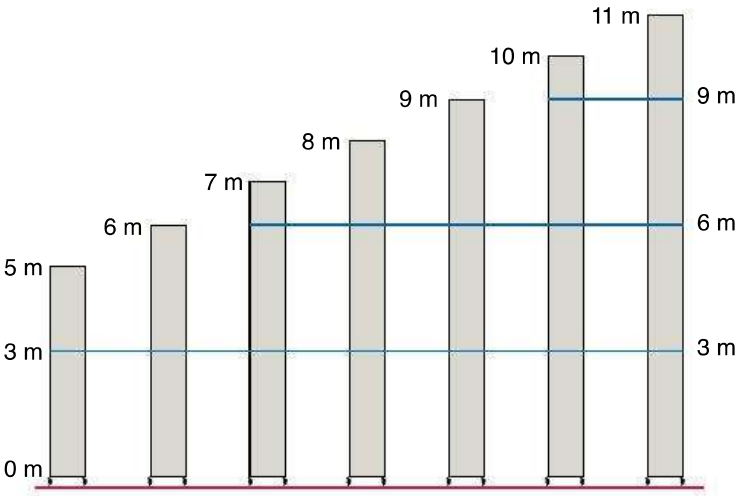
Perspective de la tour d'étaiement avec support de coffrage carton extérieur ① et intérieur ②

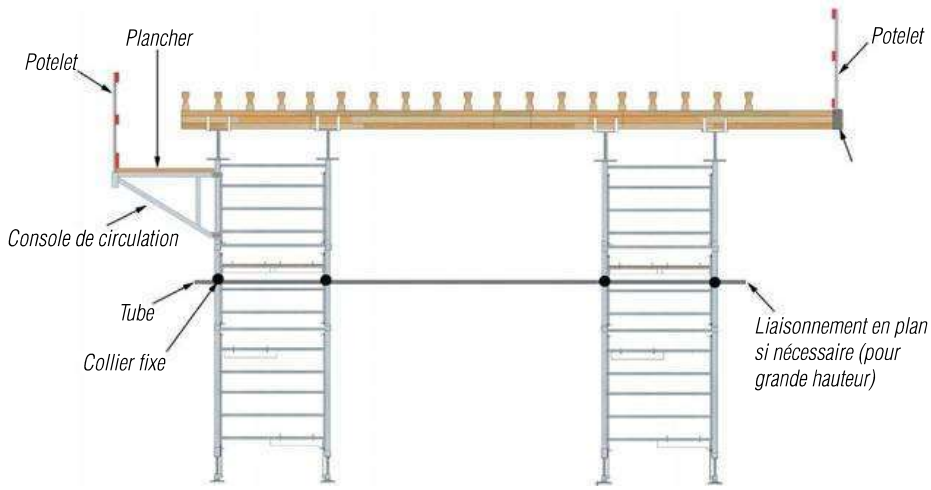
Jusqu'à 4 m, le coffrage carton est maintenu en pied et en tête. Au-delà de 4,50 m, ne pas dépasser 2,50 m entre chaque maintien.

Liaisonnement

De par leur conception, les tours peuvent aisément être jumelées afin d'augmenter la reprise de charge : tour double à six pieds (optimisation de l'espace) ou doublement des échelles avec plats de jonction (augmentation de la charge).

À partir de 5 m, les tours doivent être contreventées par un liaisonnement en plan tous les 3 m de haut, avec des tubes ∅ 48,3 et des colliers d'échafaudage ∅ 49/60 fixes.





Étais de maturation (séchage)

Si le décoffrage d'une dalle doit se faire avant que le béton n'ait atteint sa résistance, il est obligatoire de mettre en place des étais dits de maturation pour remplacer l'étaiement de coffrage de la dalle.

L'utilisation d'étais de maturation sous le contreplaqué est nécessaire afin de pouvoir récupérer le matériel. Ceux-ci sont toujours positionnés suivant les indications du plan d'étaiement si les dalles sont sur plusieurs étages.

Pour le décintrage, on agit par zones, grâce au desserrage des vis d'étais, pour décoller les poutrelles ou en agissant sur les décintrements si les étais en sont équipés.

Le démontage se fait en commençant par les files secondaires, puis les primaires et enfin les étais ou tours.

Le contreplaqué est déposé en dernier car il est maintenu par les étais de maturation. Ceux-ci sont repositionnés au même endroit une fois la plaque déposée.

Il faut, de préférence, ne pas superposer les étais de maturation, car la charge est directement transmise sur ceux des étages inférieurs ; au rez-de-chaussée les charges seraient trop importantes. Si la non-superposition est impossible, il est obligatoire de desserrer l'étai inférieur, puis de le remettre en contact avec la dalle afin que celle-ci reprenne une partie des charges.

On utilise, dans la mesure du possible, de petits échafaudages roulant pour se maintenir à la bonne hauteur.

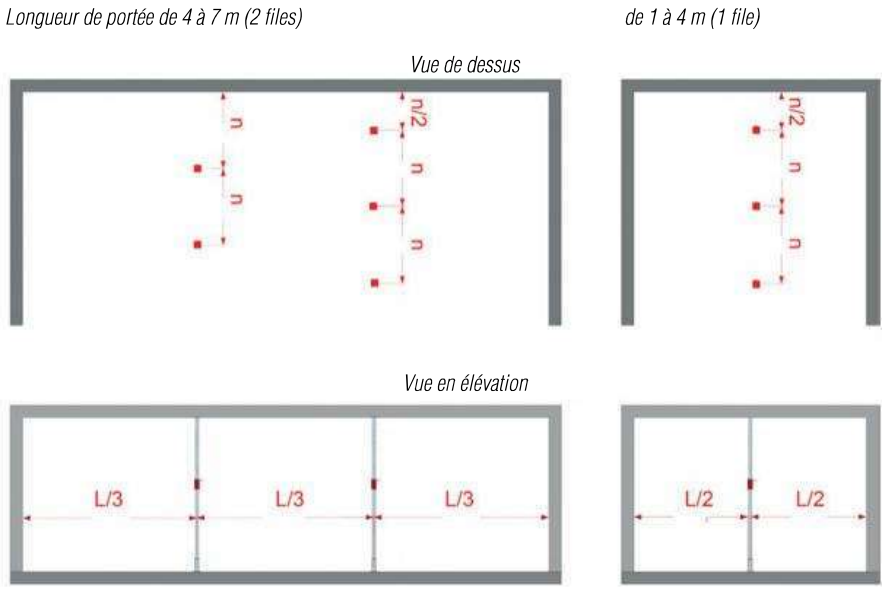
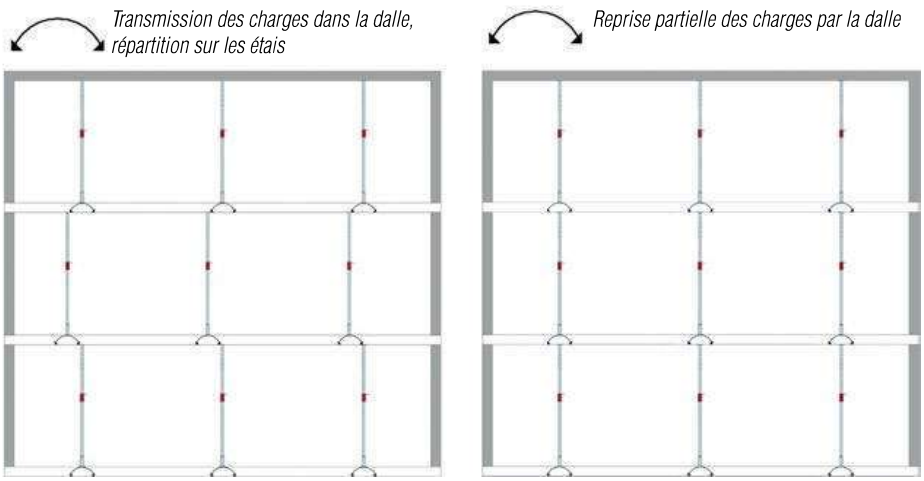


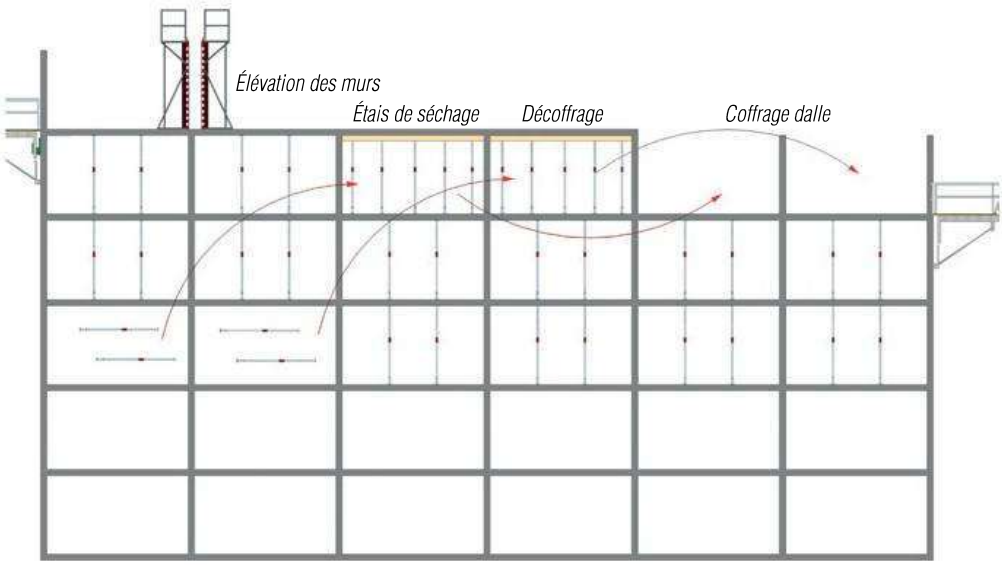
Schéma de principe



Principe d'installation des étais de maturation

Dans le cas de droite, il faut procéder au desserrage de l'étai inférieur pour s'assurer de la mise en contact avec la dalle.

Pour une dalle de 18 à 23 cm d'épaisseur, la mise en place des étais de séchage se fait sur au moins deux niveaux en dessous de celui du nouveau coffrage.



Principe d'étaiement, sur un cycle de 7 jours

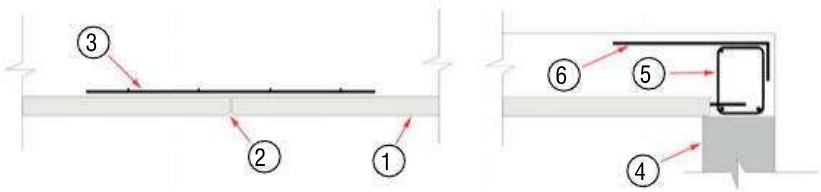
Exercice

Mise en œuvre des planchers

Questions

1. *Sur quoi repose un plancher béton dalle pleine ?*
2. *Quel est l'encastrement d'une dalle sur les appuis ?*
3. *Que doit-on poser sur les murs avant de coffrer une dalle pleine ?*
4. *Les joints de plaque de contreplaqué doivent impérativement reposer…*
5. *Quelle est la distance de recouvrement des poutrelles bois ?*
6. *Comment se nomme l'armature maintenant les chapeaux à la bonne hauteur ?*
7. *Avant d'accrocher une prédalle, que doit-on y installer ?*
8. *Comment se nomment les aciers (treillis soudé) posés sur les joints de prédalle ?*

9. Inscrire les noms correspondant aux numéros indiqués ci-dessous.



1 - _____ 2 - _____ 3 - _____
4 - _____ 5 - _____ 6 - _____

10. Remettre dans le bon ordre les tâches de ce coffrage de dalle pleine : inscrire les numéros de 1 à 13.

___	Coulage vibration	___	Pose du contreplaqué	___	Pose des raidisseurs
___	Traçage des filières	___	Consignes et plans divers	___	Huilage de la peau
___	Armature nappe inférieure	___	Étaiement contreventement	___	Réglage niveau des poutrelles
___	Vérification étaiement	___	Armature nappe supérieure	___	Nettoyage (fil de fer)
				___	Nettoyage des outils

Réponses

1. Un plancher béton dalle pleine repose sur des murs ou des poutres.
2. L'encastrement est au minimum de 2/3 de l'épaisseur du mur.
3. On met en place un garde-corps.
4. Les joints reposent à l'axe des raidisseurs secondaires.
5. Le recouvrement est de 50 cm minimum.
6. Le chaînage.
7. On installe les garde-corps provisoires.
8. Ce sont les aciers de couture.
9. N° 1 : prédalles ; n° 2 : joint ; n° 3 : acier de couture ; n° 4 : mur ; n° 5 : chaînage ; n° 6 : chapeau.
10.

12	Coulage vibration	**6**	Pose du contreplaqué	**4**	Pose des raidisseurs
2	Traçage des filières	**1**	Consignes et plans divers	**7**	Huilage de la peau
8	Armature nappe inférieure	**3**	Étaiement contreventement	**5**	Réglage niveau des poutrelles
10	Vérification étaiement	**9**	Armature nappe supérieure	**11**	Nettoyage intérieur coffrage (fils de fer)
				13	Nettoyage des outils

Exercice

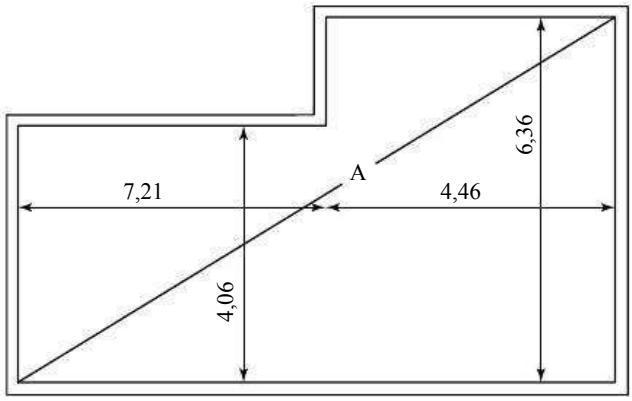
Coffrage d'une dalle pleine

Questions

On doit prévoir le coffrage de la dalle pleine ci-dessous, en s'aidant de l'abaque et du tableau ci-dessous et des renseignements suivants :

- *La masse volumique du béton est ici de 28 kN/m^3 (1 kN = 100 daN).*
- *La charge d'exploitation de chantier pour une dalle BA est de 300 daN/m^2. L'épaisseur de la dalle est de 20 cm.*
- *La charge due au coffrage est de 50 daN/m^2.*

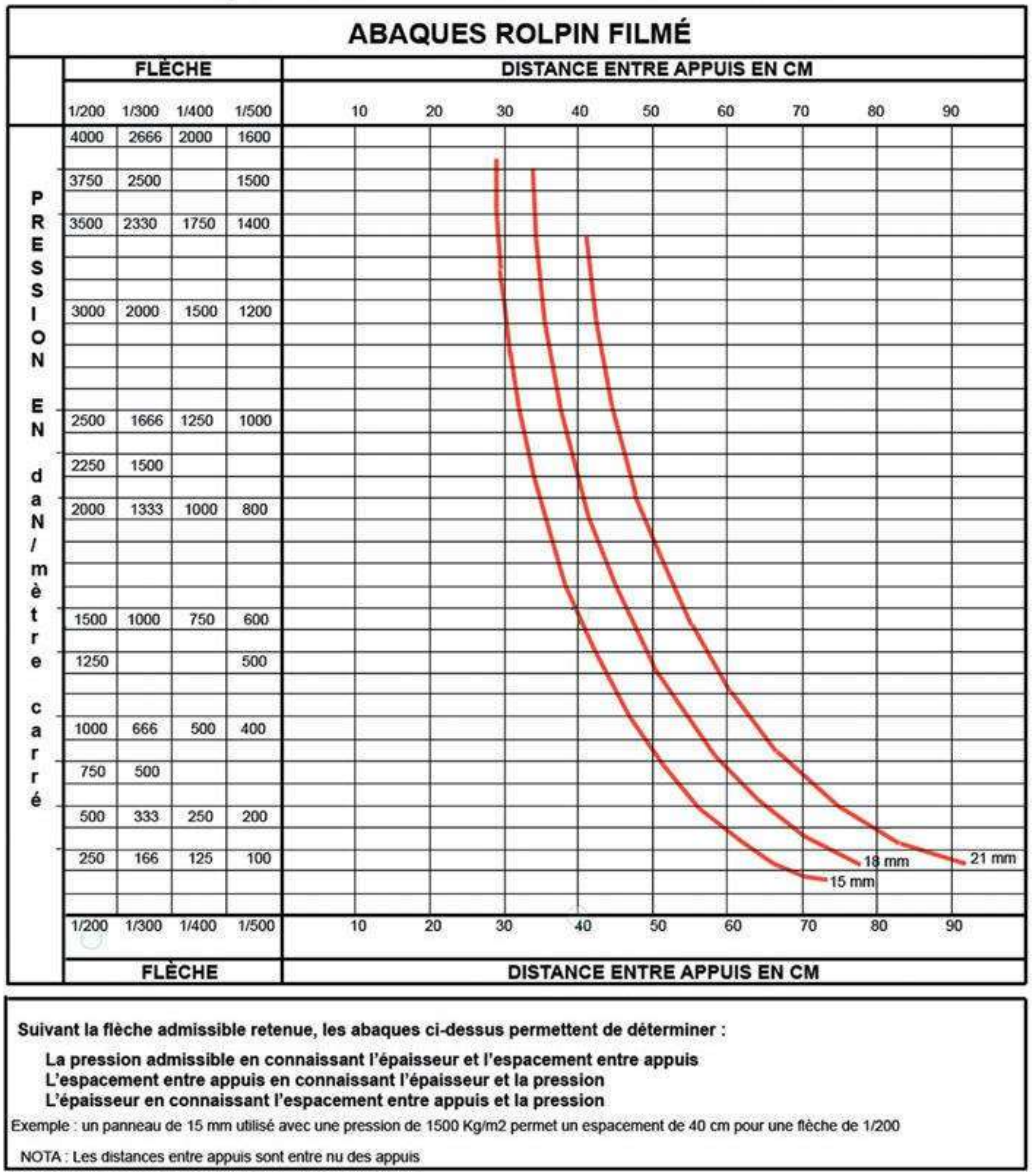
Il est impératif de faire apparaître tous les calculs.



Plan du plancher

1. *Quelle est la surface de plancher à coffrer (zone A) ?*
2. *Calculer le volume de béton de la zone A.*
3. *Calculer le poids propre d'un m^2 de plancher en daN/m^2 et en kN/m^2.*
4. *Calculer le poids surfacique en daN/m^2 et en kN/m^2 (béton + charges d'exploitation de chantier).*

Abaque résistance CTBX **Document fabricant**



Abaque d'espacement des poutrelles

5. Pour un poids surfacique de 1 000 daN/m^2 avec une flèche de 1/300, définir sur l'abaque (ci-dessus) l'espacement des poutrelles transversales ou secondaires destinées à recevoir le coffrage du fond de moule en CP de 15 mm d'épaisseur.

6. Pour un poids surfacique de 1 000 daN/m^2 avec une flèche de 1/400, définir sur l'abaque (ci-dessus) l'espacement des poutrelles transversales ou secondaires destinées à recevoir le coffrage du fond de moule en CP de 18 mm d'épaisseur.

Épaisseur de la dalle (cm)	Charge q (kN/m²)	Écartement poutres secondaires (m)				Écartement des poutres principales (m) POUTRELLES VT 16							
		0,40	0,50	0,625	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00
		Portée admissible des poutres secondaires (m)				Portée admissible des poutres principales (m) = écartement des étais							
10	4,5	3,14	2,92	2,71	2,55	2,32	2,15	2,02	1,89	1,56	1,44	1,35	1,23
12	5,0	2,98	2,77	2,57	2,42	2,20	2,04	1,92	1,59	1,45	1,35	1,27	1,13
14	5,5	2,85	2,64	2,45	2,31	2,10	1,95	1,66	1,49	1,37	1,28	1,22	1,03
16	6,1	2,73	2,54	2,36	2,22	2,01	1,87	1,54	1,39	1,29	1,22	1,11	0,93
18	8,8	2,64	2,45	2,27	2,14	1,94	1,66	1,46	1,33	1,24	1,14	1,03	0,86
20	7,1	2,55	2,37	2,20	2,07	1,88	1,58	1,40	1,28	1,20	1,06	0,96	0,80
22	7,6	2,48	2,30	2,14	2,01	1,83	1,50	1,34	1,23	1,12	0,99	0,89	0,75
24	8,1	2,41	2,24	2,08	1,96	1,68	1,44	1,29	1,20	1,05	0,93	0,84	0,70
25	8,4	2,35	2,18	2,03	1,91	1,60	1,38	1,25	1,12	0,98	0,87	0,78	0,65
28	9,2	2,30	2,13	1,98	1,86	1,54	1,33	1,21	1,06	0,92	0,82	0,74	0,62
30	9,8	2,25	2,09	1,94	1,82	1,47	1,29	1,16	0,99	0,87	0,77	0,69	0,58
40	12,9	2,05	1,90	1,77	1,66	1,25	1,05	0,88	0,75	0,66	0,59	0,53	0,44
50	16	1,91	1,77	1,64	1,42	1,06	0,85	0,71	0,61	0,53	0,47	0,43	0,35

Poutrelles bois

7. Quel est l'entraxe réel des poutrelles 8 × 20 pour les deux CP 15 et 18 mm ?

8. Relever dans le tableau ci-dessus, pour un poids surfacique de 840 daN/m² et un espacement de 0,40, la portée admissible des poutrelles primaires.

9. Après lecture du tableau, indiquer la valeur de l'entraxe des étais.

10. Quelle est la charge supportée en daN par un étai pour soutenir la partie de plancher qui lui revient plus la charge du coffrage ?

Réponses

1. Surface de plancher : (7,21 m × 4,06 m) + (4,46 m × 6,36 m) = 57,64 m^2

2. Volume de béton du plancher : 57,64 m^2 × 0,20 m = 11,528 m^3

3. Poids propre du plancher pour 1 m^2 est :

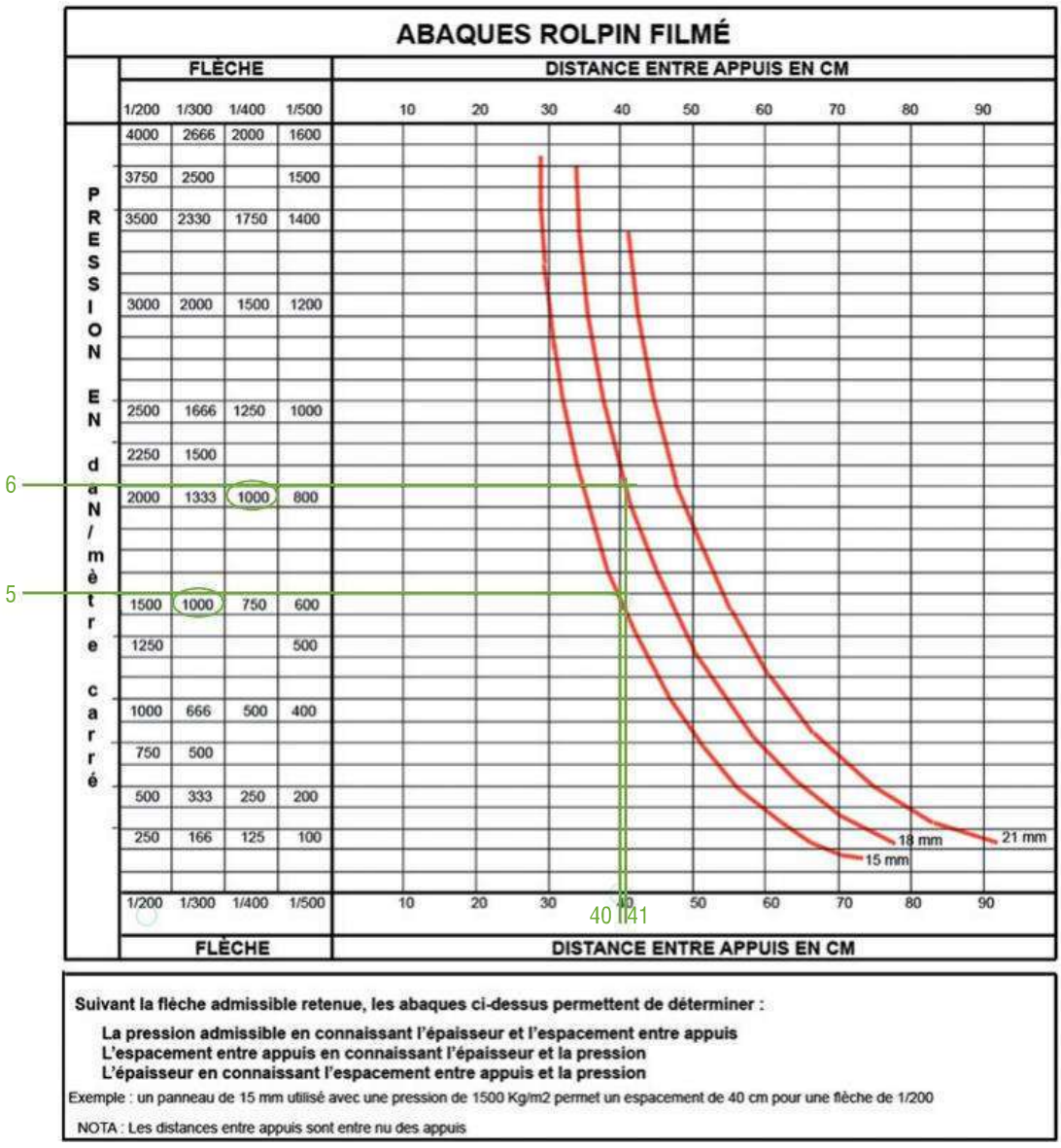
11,528 m^3 × 28 kN/m^3 = 322 kN de poids total pour le plancher

Soit 322 kN / 57,64 m^2 = 5,6 kN/m^2 ou 560 daN/m^2

4. Poids surfacique : 560 daN/m^2 + 300 daN/m^2 = 860 daN/m^2 ou 8,6 kN/m^2

5. D'après l'abaque ci-dessous, on trouve un espacement de 40 cm.

6. D'après l'abaque ci-dessous, on trouve un espacement de 41 cm.



7. Entraxe réel : 40 cm.

8. Après lecture sur le tableau ci-dessous, la portée des poutrelles primaires est de 2,25 m (2,25 m < 2,35 m).

9. Après lecture sur le tableau ci-dessous, l'entraxe des étais est de 0,87 m.

10. Calcul de la surface supportée par un étai :

$2{,}25\ m \times 0{,}87\ m = 1{,}96\ m^2$

Sa charge au m^2 est de 860 daN (plancher et charges d'exploitation) + 50 daN (charge du coffrage), la charge totale sur l'étai est donc de :

$1{,}96 \times (860 + 50) = 1\,783{,}60\ daN$

Poutrelles bois

Épaisseur de la dalle (cm)	Charge q (kN/m²)	Écartement poutres secondaires (m)				Écartement des poutres principales (m) POUTRELLES VT 16							
		0,40	0,50	0,625	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00
		Portée admissible des poutres secondaires (m)				Portée admissible des poutres principales (m) = écartement des étais							
10	4,5	3,14	2,92	2,71	2,55	2,32	2,15	2,02	1,89	1,56	1,44	1,35	1,23
12	5,0	2,98	2,77	2,57	2,42	2,20	2,04	1,92	1,59	1,45	1,35	1,27	1,13
14	5,5	2,85	2,64	2,45	2,31	2,10	1,95	1,66	1,49	1,37	1,28	1,22	1,03
16	6,1	2,73	2,54	2,36	2,22	2,01	1,87	1,54	1,39	1,29	1,22	1,11	0,93
18	8,8	2,64	2,45	2,27	2,14	1,94	1,66	1,46	1,33	1,24	1,14	1,03	0,86
20	7,1	2,55	2,37	2,20	2,07	1,88	1,58	1,40	1,28	1,20	1,06	0,96	0,80
22	7,6	2,48	2,30	2,14	2,01	1,83	1,50	1,34	1,23	1,12	0,99	0,89	0,75
24	8,1	2,41	2,24	2,08	1,96	1,68	1,44	1,29	1,20	1,05	0,93	0,84	0,70
25	8,4	2,35	2,18	2,03	1,91	1,60	1,38	1,25	1,12	0,98	0,87	0,78	0,65
28	9,2	2,30	2,13	1,98	1,86	1,54	1,33	1,21	1,06	0,92	0,82	0,74	0,62
30	9,8	2,25	2,09	1,94	1,82	1,47	1,29	1,16	0,99	0,87	0,77	0,69	0,58
40	12,9	2,05	1,90	1,77	1,66	1,25	1,05	0,88	0,75	0,66	0,59	0,53	0,44
50	16	1,91	1,77	1,64	1,42	1,06	0,85	0,71	0,61	0,53	0,47	0,43	0,35

Chapitre 6
Chape

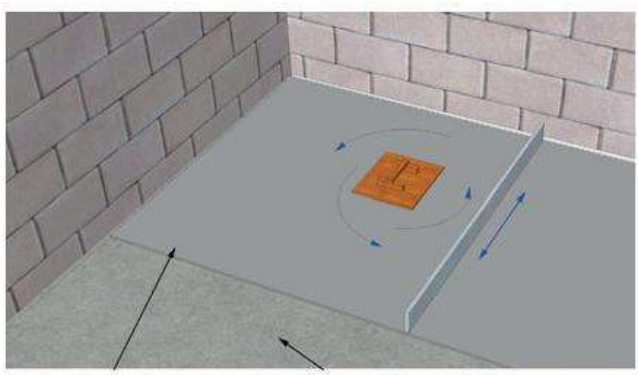
Il existe plusieurs sortes de chapes :

- **La chape refluée :** effectuée quand le béton commence à faire sa prise, à l'aide d'une taloche mécanique, après saupoudrage en surface de différents matériaux (ciment, quartz, limaille de fer, etc.) suivant la destination du sol fini. On parle de chape mais c'est bien le béton de la dalle lui-même qui fait chape en surface. L'épaisseur en est de quelques millimètres.

Taloche mécanique

Utilisée pour la finition très lisse de la chape refluée (ou béton lissé), cette taloche nécessite un certain coup de main.

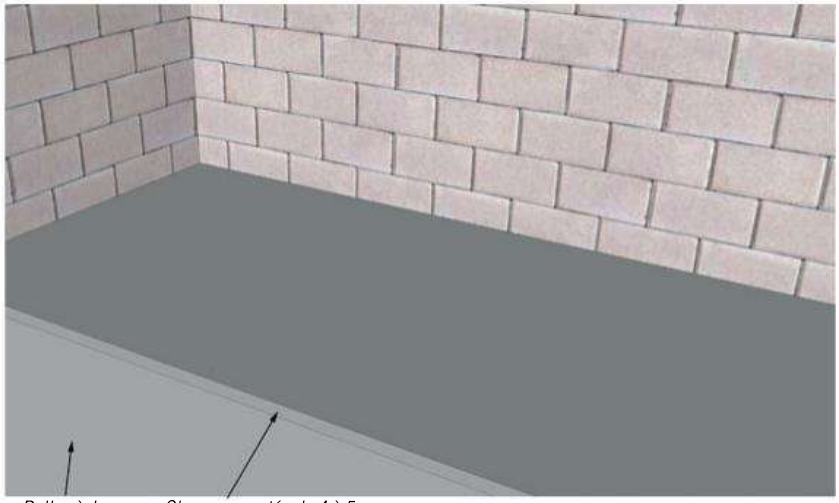
- **La chape incorporée :** façonnée juste après le coulage de la dalle. On la dit incorporée car la liaison au béton est très bonne du fait du coulage avec un minimum de séchage du béton. Comme la liaison est bonne la chape peut être très mince sans risque de fissuration. Son épaisseur est de 1 à 2 cm de mortier dosé à 300 kg/m^3.



Chape de 1 à 2 cm sur béton frais

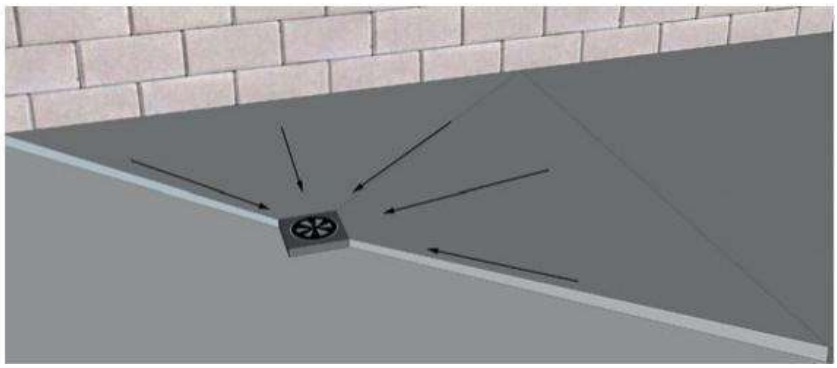
- **La chape liquide ou de ravoirage :** souvent mise en œuvre pour combler un plancher chauffant. Elle est exécutée par un spécialiste.

- **La chape rapportée :** réalisée sur un béton sec, au dosage de 400 à 500 kg/m^3 si elle reste en finition. Son épaisseur est de 4 à 6 cm.



Chape rapportée de 4 à 5 cm sur dalle sèche

Ces chapes peuvent être en pente pour l'évacuation des eaux vers l'extérieur ou par l'intermédiaire d'un siphon de sol.



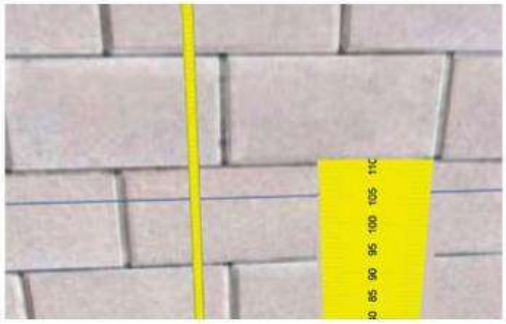
Pente vers siphon dans le sol

Le plus souvent, une chape est destinée à recevoir un revêtement de sol (parquet, moquette, carrelage), dans ce cas, le dosage est moins riche en ciment : 275 kg/m^3.

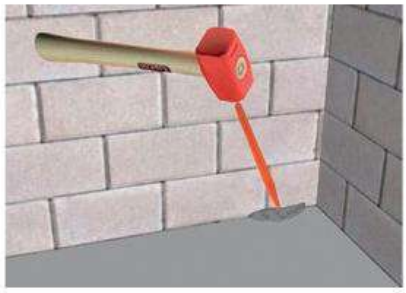
On présente ici en détail la réalisation d'une chape rapportée. Dans l'exemple suivi, une chape est réalisée sur la dalle avant la pose du carrelage de la terrasse.

6.1 Préparation du support

Par rapport au trait de référence à 1 m du sol fini, on vérifie que l'épaisseur de la chape est bien comprise entre 4 et 6 cm (soit une mesure de 1,05 m environ du trait au sol actuel).



Le support doit être propre : pas de bosses ou aspérités en pied de mur, elles sont éliminées à l'aide d'une massette et d'une pointerolle (ou éventuellement d'un petit marteau-piqueur électrique) et on procède ensuite à un dépoussiérage.



On utilise de la résine d'accrochage qui permet à la chape de bien adhérer à la dalle béton.

La surface de la dalle doit être rugueuse ce qui est le cas pour un béton taloché. Si, en réfection, on se trouve dans le cas d'une dalle trop lisse, il est préférable de passer une boucharde électrique qui rendra la surface rugueuse.

La dalle est bien mouillée avant d'appliquer, au balai de cantonnier :

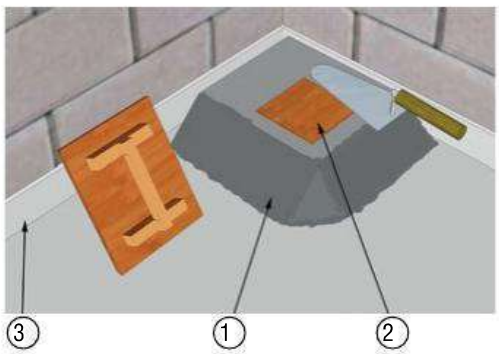
- soit une fine couche de résine d'accrochage ;
- soit un coulis de mortier et de résine (une pelle de portier pour 5 litres de résine, ce qui permet d'économiser la résine), en fine couche également.

On positionne un joint de dilatation de 5 mm à 1 cm d'épaisseur (en mousse ou en polystyrène) sur la périphérie des pièces.

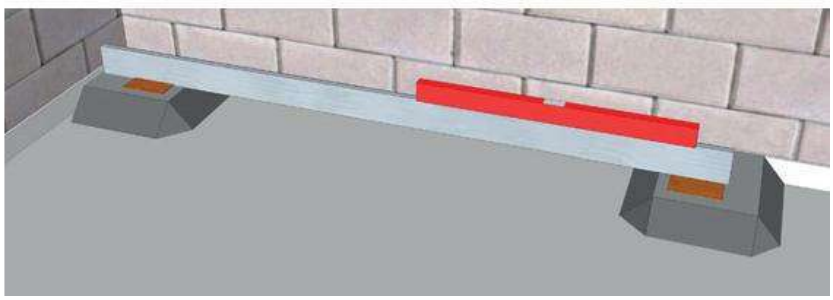
6.2 Plots et chemins

Toujours par rapport au trait de niveau de 1 m, on prépare les plots de mortier [1] qui donnent la hauteur de la chape pour la confection des chemins (guides). Une petite plaque de bois [2] est disposée sur chaque plot afin de faciliter la vérification du niveau puis surtout de tirer les chemins sans abîmer les plots encore frais.

On prévoit toujours un joint de dilatation [3] contre les murs.



Les plots doivent se situer à 10 cm environ des murs. Ils ne doivent pas se trouver sur le trajet des brouettes et doivent être placés en fonction de la longueur des règles dont on dispose.

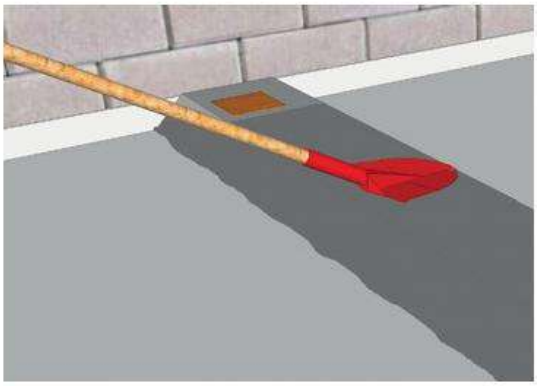


Régler les plots

ASTUCE

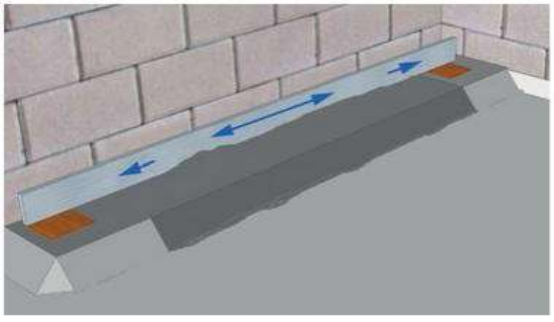
La longueur de règle ne doit pas excéder 2 m afin d'obtenir une planéité parfaite.

Les chemins, ou guides, sont réalisés en garnissant de mortier l'intervalle entre deux plots, selon le sens de tirage prévu pour la chape. Bien damer le mortier à l'aide du dos de la pelle.



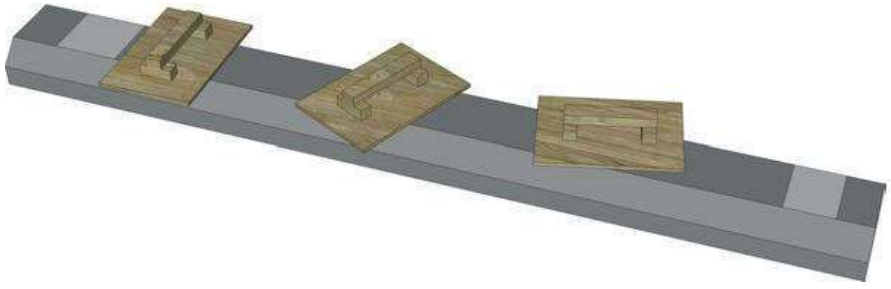
Damer les guides

Puis, à l'aide de la règle, tirer en prenant appui sur les deux plots afin d'obtenir un guide parfaitement plan, en ôtant le surplus de mortier.



Tirer les guides

La surface du guide est talochée, sans appuyer, pour la rendre bien plane.



À SAVOIR

Pour faciliter la tâche, plutôt que de créer des chemins, on peut réaliser des guides comme pour le béton d'une dalle, en remplaçant les petites plaques de bois par une latte bien droite. Dans ce cas il faut créer des plots intermédiaires car l'intervalle serait trop important et la latte se plierait sous l'effet du poids au moment du dressage de la chape. La hauteur des plots sera dans ce cas égale à la hauteur finie moins l'épaisseur de la latte servant de guide.

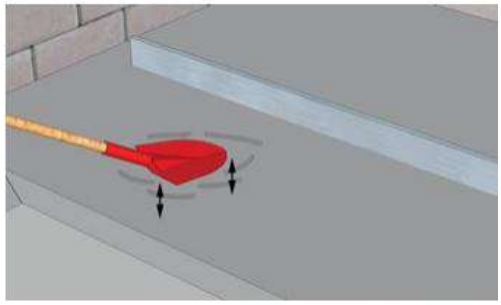
6.3 Tirage

Lorsque tous les guides sont prêts, la chape peut être coulée.

On prévoit la réalisation de manière logique : la partie réalisée ne doit pas gêner l'avancement du travail. En commençant au fond de la pièce, on remplit de mortier par longueur de 1 m maximum et on dame à l'aide du dos de la pelle.

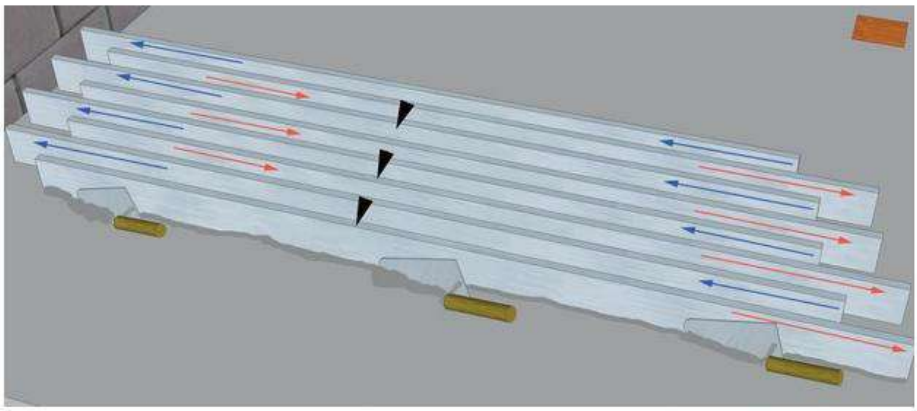
! ATTENTION

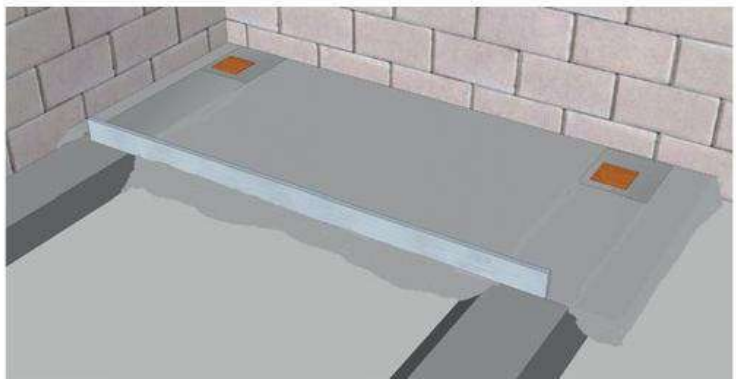
Le mortier ne doit pas être trop mouillé au risque d'obtenir une surface ondulée donc une mauvaise finition.



Damer la chape

On dresse la chape à la règle de 2 m en « sciant » de droite à gauche jusqu'à obtenir une surface lisse et plane.

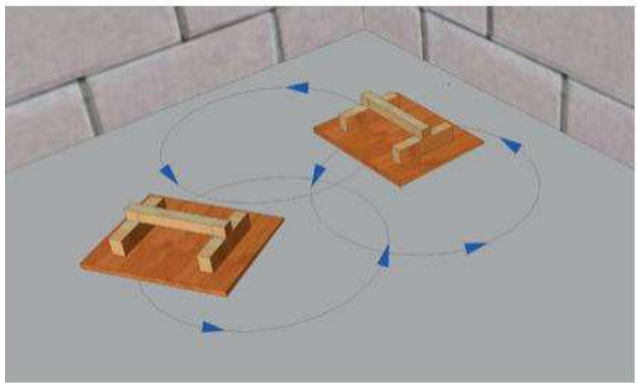




Dresser la chape

6.4 Talochage et finition

Le talochage s'effectue avec une grande taloche en réalisant des mouvements en cercle.

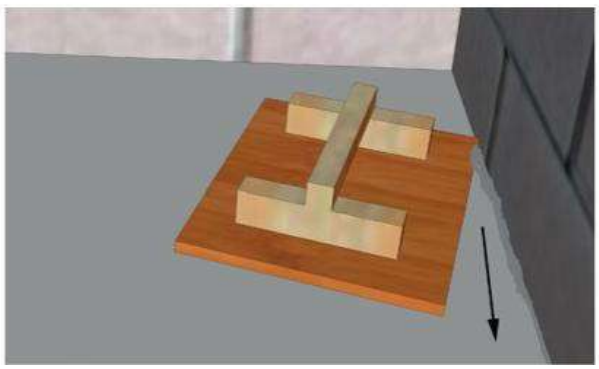


Talocher en cercles

Puis on rebouche les petits trous avec un peu de mortier avant de repasser la taloche.

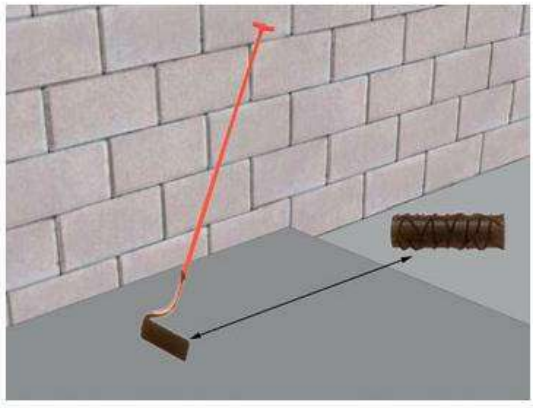
Une attention particulière doit être portée à la périphérie des pièces car il arrive souvent que des bosses se produisent à cet endroit à cause du tirage à la règle.

Contre les murs, il faut donc, au moment du tirage, enlever le plus gros de l'excédent à la truelle. Puis la taloche peut couper le léger surplus de mortier : on prendra le coup de main, avec l'expérience, pour couper sans écraser. Il ne faut **surtout pas écraser cet excédent dans la chape**.



Couper à la taloche, sans écraser

Pour une finition nette, on lisse à la truelle après avoir saupoudré de ciment si nécessaire ou bien on passe une boucharde si l'on souhaite obtenir une finition antidérapante (la boucharde est un rouleau garni de dents ou de motifs).



Passer la boucharde

En fin d'ouvrage, il faut interdire l'entrée durant quelques jours, jusqu'à atteindre un séchage suffisant.

À SAVOIR

Le manque d'adhérence d'une chape sur son support entraîne un cloquage partiel ou un décollement généralisé. Des fissures dans tous les sens et des boursouflures en sont les signes principaux. Si l'on frappe doucement sur la chape, elle sonne creux. La dégradation d'une chape cloquée est rapide.

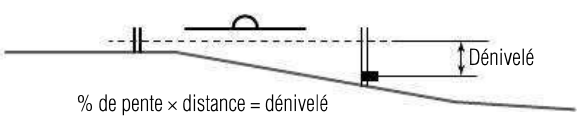
6.5 Pente

Pour dresser une chape en pente on procède, lors de la création des plots, par l'ajout sous la règle d'une cale de hauteur calculée.

6.5.1 Détermination d'une pente

La pente sera implantée grâce à un niveau à bulle et une règle. Deux piquets sont placés à quelques mètres d'écart (plus cette distance est grande, plus précise est l'implantation). Grâce à la règle et au niveau, on trace deux repères de niveau sur ces piquets, à l'altitude d'origine. Par le calcul, on détermine le dénivelé selon la méthode suivante :

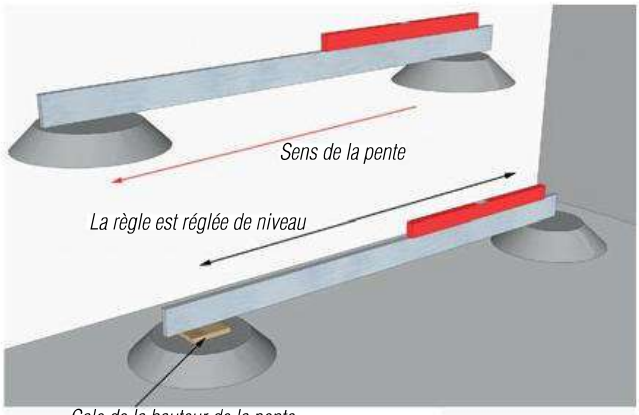
% de pente souhaité × distance entre les deux points = dénivelé entre les deux points



Par exemple, pour une pente de 6 % sur une distance de 3 m, on a : (6 × 3)/100 = 0,18 m soit 18 cm.

6.5.2 Plots pour une pente

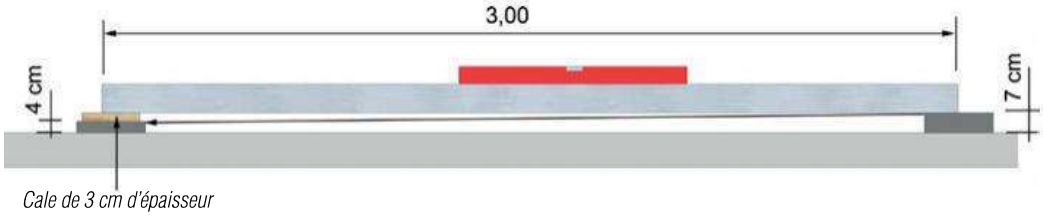
Les plots sont réglés en tenant compte de la pente, grâce à l'ajout d'une cale de l'épaisseur voulue.

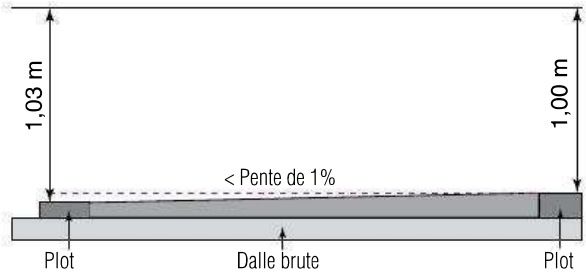


Cale de la hauteur de la pente.
Ex. : 2 cm sous la règle de 2 m = pente de 1 %

L'épaisseur de la cale sous la règle doit être égale au pourcentage de pente multiplié par la longueur de règle.

Par exemple, pour une pente de 1 % (1 cm par mètre) avec une règle de 3 m, on a 1 cm × 3 = 3 cm d'épaisseur sous la règle, le plot bas fait donc 4 cm si le plot haut fait 7 cm.





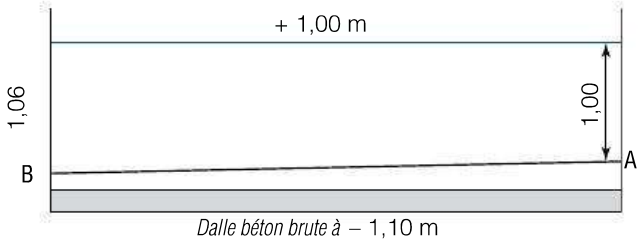
Exemple pour une pente de 1 % (1 cm/m)

Exercice

Chape

Questions

1. Calculer les hauteurs de chape aux points A et B de l'image ci-dessous, avec une longueur de pièce de 3 m et une pente de 2 %.



2. Dans le tableau ci-dessous, indiquer l'ordre des tâches à réaliser lors de la confection d'une chape rapportée (chape sur béton sec).

___	Tirage de la chape	___	Talochage de l'ensemble
___	Nettoyage du support	___	Réalisation des plots
___	Réalisation des guides	___	Remplissage avec du mortier
___	Badigeon de la résine	___	Surfaçage

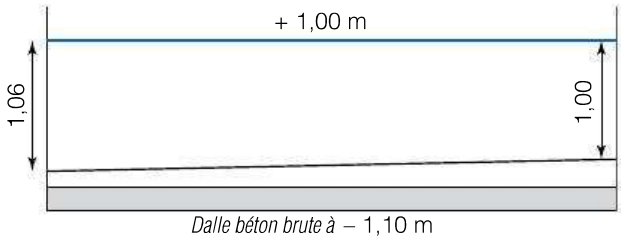
Réponses

1. Calcul du dénivelé :

(2 × 3 m)/100 = 0,06 m, soit 6 cm de dénivelé.

En partie haute de la pièce (point A), on a 10 cm de chape puisque le point A est indiqué sur le schéma à 1 m du trait de niveau.

En partie basse (point B), on a une hauteur de : 10 cm – 6 cm (dénivelé) = 4 cm.



2.

6	Tirage de la chape	**7**	Talochage de l'ensemble
1	Nettoyage du support	**3**	Réalisation des plots
4	Réalisation des guides	**5**	Remplissage avec du mortier
2	Badigeon de la résine	**8**	Surfaçage

Chapire 7
Enduit traditionnel

Le rôle de l'enduit sur la maçonnerie est de la protéger des intempéries, de l'embellir et de dresser une surface plane.

L'enduit traditionnel est composé de trois couches : le gobetis, le corps d'enduit et la couche de finition :

- la couche d'accrochage, ou gobetis, assure l'adhérence de l'enduit au support ;
- la couche épaisse, ou corps d'enduit, permet d'obtenir une surface plane, étanche, éventuellement rugueuse pour l'accrochage de la finition ;
- la couche de finition assure à la fois le rôle décoratif, la protection du corps d'enduit et un complément d'étanchéité.

NOTA

Pour les enduits extérieurs sur une maçonnerie ancienne, il est préférable de prévoir un enduit au mortier bâtard (chaux et ciment mélangés) ou un enduit à la chaux qui a l'avantage de laisser respirer la pierre.

Avant la réalisation de l'enduit, il faut éliminer les plus grosses aspérités, les bavures, calfeutrer les trous, poser les grilles de ventilation, protéger les huisseries et autres et enfin humidifier la maçonnerie.

7.1 Délais prescrits

L'enduit est réalisé au minimum un mois après la maçonnerie afin que les joints et le béton de celle-ci aient bénéficié d'un temps de séchage suffisant. Le ciment bloque la migration de l'humidité, donc l'enduit empêcherait ce séchage correct.

La température ambiante lors de la mise en œuvre doit être comprise entre 5 et 35 °C.

Un temps de séchage entre les couches est nécessaire : 72 heures entre les deux premières et de 48 à 72 heures avant la couche de finition.

7.2 Dosage

Caractéristiques des enduits

Les dosages sont différents pour chaque couche : du plus riche en liant au moins riche.

Gobetis

Corps d'enduit

Finition

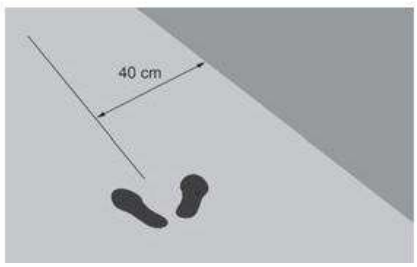
Type d'enduit	Épaisseur *(en mm)*	Composants et dosage		Consistance	Aspect
		Sable	Ciment		
Gobetis	3 à 5	Sable 0/5	Ciment à 500 à 600 kg/m^3	Consistance assez liquide	Rugueux
Corps d'enduit	8 à 12	Sable 0/3 ou 0/5 suivant l'épaisseur	Liant à 350 à 400 kg/m^3 ou mortier bâtard avec ciment à 200 kg/m^3 et chaux à 175 kg/m^3	Consistance plastique (pâte onctueuse)	Plan, régulier, taloché brut
Finition	5 à 7	Sable 0/3 ou tamisé	300 à 350 kg/m^3 de liant ou mortier bâtard 175 kg/m^3 de ciment + 175 kg/m^3 de chaux	Consistance plastique (pâte onctueuse)	Suivant la finition voulue : gratté, taloché fin ou relavé

7.3 Méthode d'application

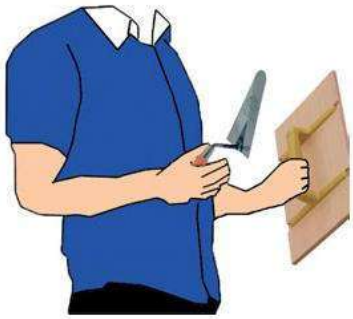
L'application manuelle s'effectue à l'aide d'une taloche et d'une truelle, en jetant le mortier sur le mur d'un coup régulier du bas vers le haut. Il est difficile d'expliquer théoriquement comment enduire manuellement, il faut en faire l'expérience. Toutefois ces quelques explications et dessins devraient aider à réaliser un jeté. Quelques heures d'entraînement et l'analyse des imperfections mèneront à effectuer un jeté de mortier correct.

La position du corps et la gestuelle font la réussite du projeté. Le corps doit être souple et les gestes précis :

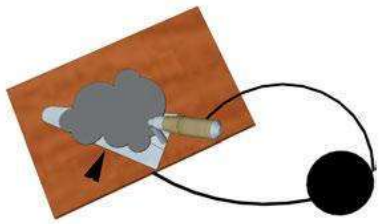
- Il est important de se placer pratiquement parallèlement au mur à enduire et à environ 40 cm.



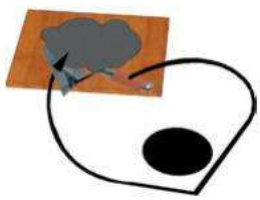
- La taloche recevant le mortier de réserve est tenue de la main gauche et la truelle de la main droite (à l'inverse pour les gauchers).
- La truelle est le prolongement du bras. Elle fait partie du corps.



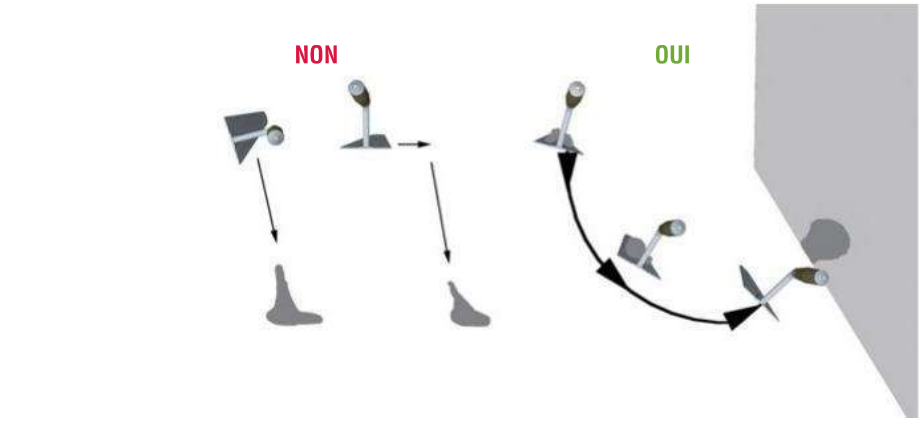
- Le mortier se prend de l'intérieur vers l'extérieur.



- Écarter la taloche vers l'extérieur et se préparer à lancer la truelle pleine. Jeter le mortier sur le mur de bas en haut d'un mouvement régulier en prolongeant son geste.



- La truelle est tenue comme une raquette de tennis en revers. Le mouvement est régulier, en arc de cercle, projetant le mortier de bas en haut, sans force mais sans arrêter son geste.
- Au moment du jeté, la truelle ne doit se trouver ni en position verticale ni en position horizontale, sinon le mortier ne serait pas projeté mais tomberait à terre.
- Le mortier est jeté au moment où la truelle est, avec un angle d'environ 45°, à 20 cm du mur, et le maçon continue son geste en montant.



NOTA

La consistance du mortier joue bien sûr dans la réussite du jeté : s'il est trop sec il n'adhérera pas au support.

7.4 Arêtes et guides

Afin de tirer le corps d'enduit à la règle, comme pour une chape, il faut positionner des guides. Ceux-ci sont des arêtes pour les angles extérieurs et pleins en mortier pour les guides intermédiaires.

Les arêtes sont corrées à l'aide de planches bien droites. Les planches verticales donnent les aplombs, les horizontales en haut de mur arrêtent proprement l'enduit.

Les planches sont mises à l'aplomb dans les deux sens et maintenues par des pattes à coulisse (aussi appelées chevillettes ou crossettes) enfoncées dans un joint de maçonnerie. Un système de contrepoids (corde ne et bloc béton en guise de lest) peut également être utilisé pour maintenir les planches.

Les arêtes sont calées pour régler l'épaisseur de l'enduit sur la partie courante du mur, en règle générale 15 mm (soit l'épaisseur du gobetis + celle du corps d'enduit).

Les arêtes verticales sont aussi espacées de 15 mm par rapport à la maçonnerie, pour l'épaisseur de l'enduit du tableau ou du retour.

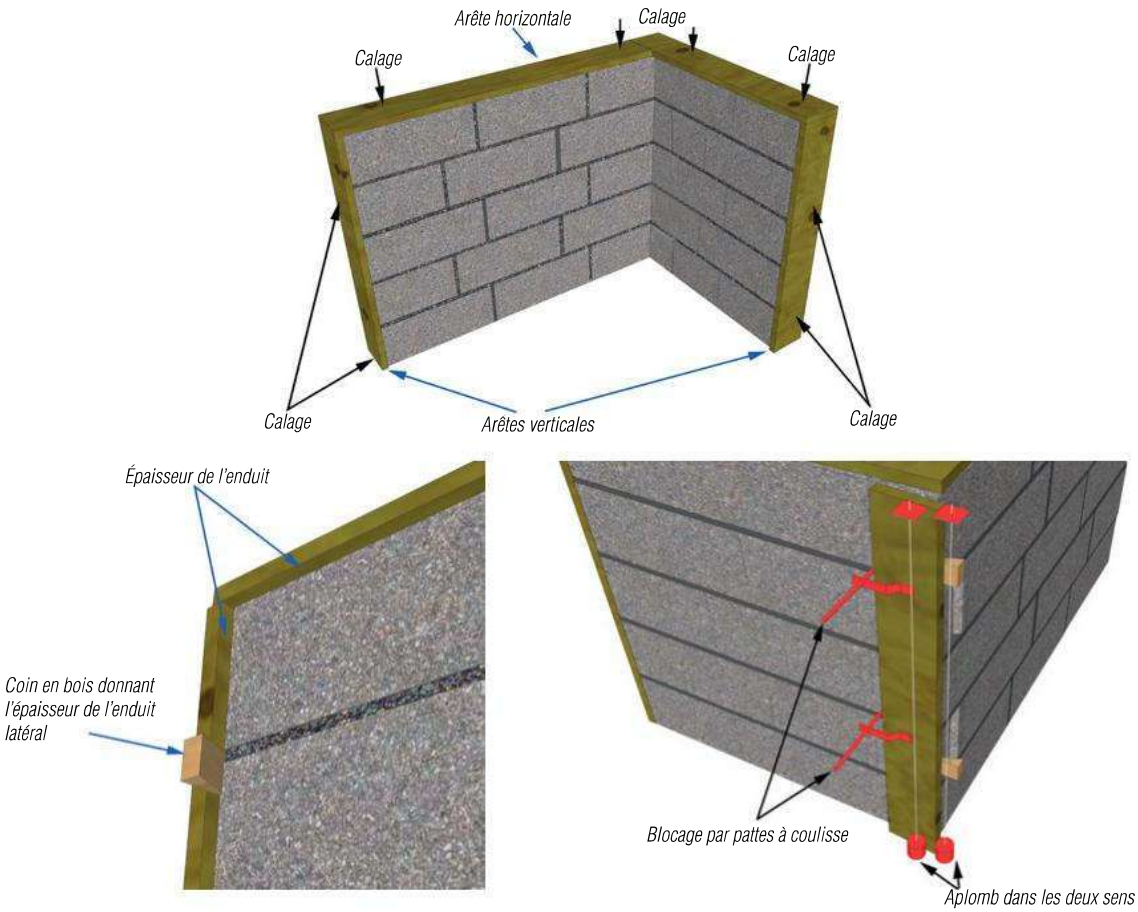
Le blocage par mortier se fait lors du gobetis, à la suite duquel les coins en bois sont enlevés.

Lors du décorage, l'arête de l'angle est de fait créée par l'enduit de la première face.

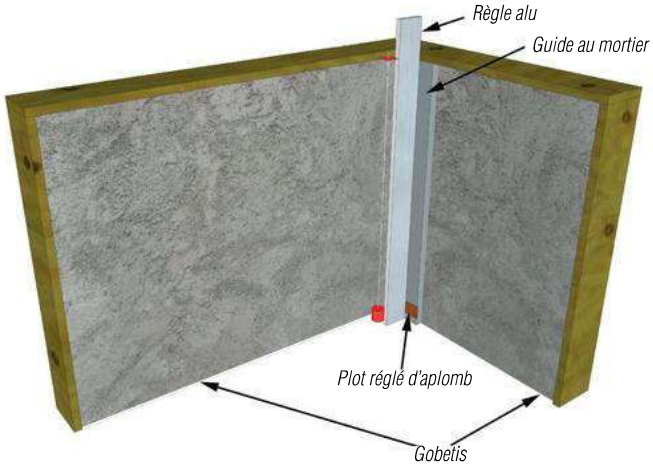
Les guides en mortier sont à espacer suivant la longueur de la règle métallique.

On utilise un morceau de CP de 5 mm que l'on scelle d'aplomb en pied de guide pour créer un plot qui facilite le plombage et le tirage de la règle sur les guides.

Une couche de mortier est projetée entre le haut et le bas du mur puis tirée à la règle (par un mouvement de va-et-vient, on dit aussi « en sciant »). Un coup de taloche nit le travail.

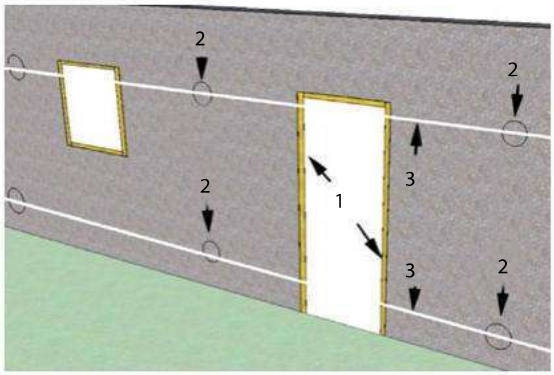


Principe de mise en œuvre des planches d'arêtes



Guide au mortier

Pour les grands murs de façade comprenant des ouvertures, les arêtes extérieures sont réglées à l'aide du fil à plomb et toutes les arêtes intérieures (portes, fenêtres, etc.) [1] ainsi que les guides (plots [2] et arêtes de coffrage) se règlent aux cordeaux [3].



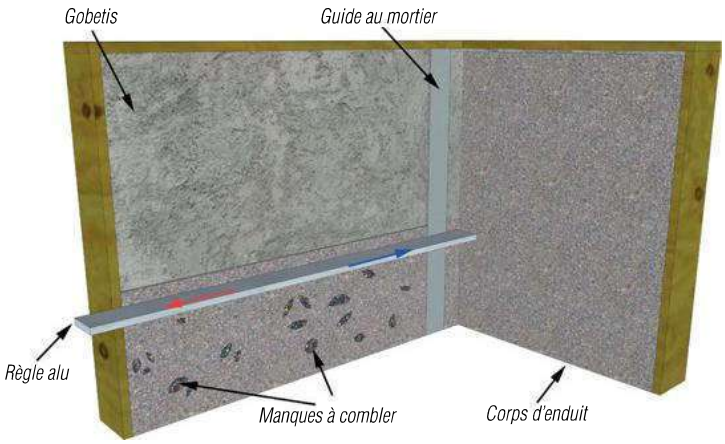
Mur avec ouvertures

7.5 Couches d'enduit

Le gobetis étant de consistance fluide, il s'étale naturellement en une couche fine. Il n'est pas besoin de le travailler après son application à la truelle.

7.5.1 Corps d'enduit

Toujours avec le même geste, déposer du mortier de consistance plus épaisse que pour le gobetis, sur une couche de 1 cm environ. Tirer la règle entre les guides, toujours en montant.



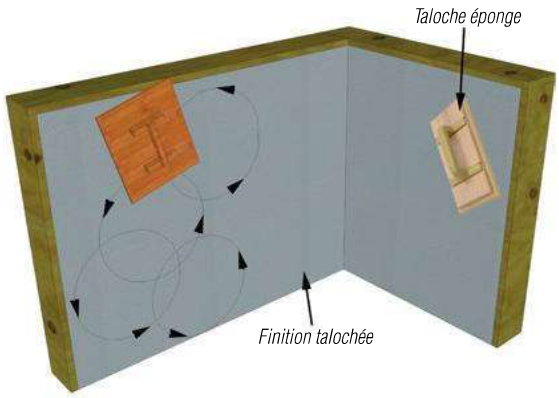
Dressage du corps d'enduit

Rejeter du mortier dans les trous résiduels et tirer à nouveau à la règle. Renouveler l'opération jusqu'à l'obtention d'une surface parfaitement plane.

7.5.2 Talochage

Talocher après avoir laissé au mortier le temps de sécher légèrement. La taloche se passe sans appuyer mais en égalisant au maximum le mortier a n d'avoir une surface plane et régulière et une nition d'un grain su samment n.

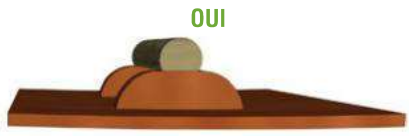
On procède par grands mouvements en arc de cercle, en évitant de coller la taloche au mortier a n que celle-ci ne fasse pas e et ventouse.



Talochage par mouvements circulaires

La taloche en bois sera préférée à la taloche plastique pour le surfaçage. Elle devra être légèrement bombée vers l'extérieur, ce qui l'empêchera de faire ventouse.

Taloche incurvée



Taloche légèrement bombée

La taloche éponge s'utilise uniquement pour la couche de nition, elle est trempée dans l'eau et essorée à la main. Il est important d'utiliser des gants en caoutchouc pour la tremper dans l'eau car le ciment et la chaux sont agressifs pour la peau.

La taloche éponge doit rester su samment propre (rincer l'éponge autant de fois que nécessaire) et être correctement essorée pour éviter les coulées d'eau.

Les mêmes mouvements en cercle sont exécutés. Le passage de l'éponge s'effectue quand le mortier a durci tout en restant encore frais.

Il ne faut pas hésiter à faire des essais de talochage de temps à autre, au l de la prise de l'enduit, pour ne pas laisser passer le moment le plus adéquat : si l'enduit devient trop sec on ne pourra obtenir la nition voulue.

7.5.3 Finition

Le grain du sable utilisé pour la couche de finition entraînera un rendu plus ou moins fin. Cette donnée est donc à prendre en compte selon l'esthétique recherchée.

Traditionnellement, la couche de finition, aussi appelée relavage, se réalisait avec un mélange de sable tamisé et de chaux de Wasselonne (de couleur blanche mais pouvant être teintée). Ce mélange est projeté sur le mur en une épaisseur de 3 mm environ puis égalisé à la taloche en feutrine pour obtenir un aspect lisse.

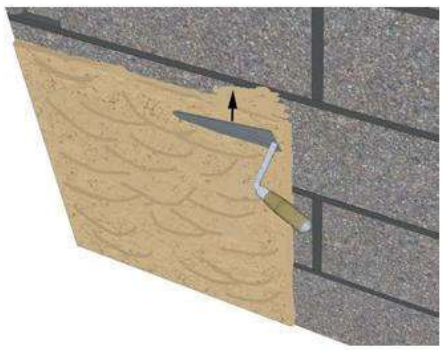
Ce même enduit peut être projeté à la tyrolienne qui donnera un aspect rugueux. Cet outil peut servir pour rattraper une finition talochée insatisfaisante (l'enduit n'est pas plan et lisse mais présente des vagues inesthétiques). Le grain tyrolien est plus ou moins gros : plus la tyrolienne est proche du support à enduire plus le grain est gros.

Suivant la finition souhaitée, on peut aussi utiliser un balai, une branche de buis ou encore une taloche à pointes. Dans ce dernier cas, une couche de 2 cm d'épaisseur est nécessaire car en grattant avec la taloche à pointes l'épaisseur de l'enduit réduit de 5 mm.

Diverses finitions d'enduit

Il existe de l'enduit prêt à l'emploi et certains peuvent s'appliquer manuellement. Ce type d'enduit est dit mono-couche mais il est préférable de l'appliquer en deux passes, cela facilite le travail. Il s'étale à la lisseuse (ou platoir) ou avec le dos de la truelle et il est bien plus facile à mettre en œuvre que l'enduit traditionnel.

Dans les endroits difficiles à enduire par projection, on peut utiliser la technique de l'étalage.



Étalage avec le dos de la truelle

7.6 Fissures de l'enduit

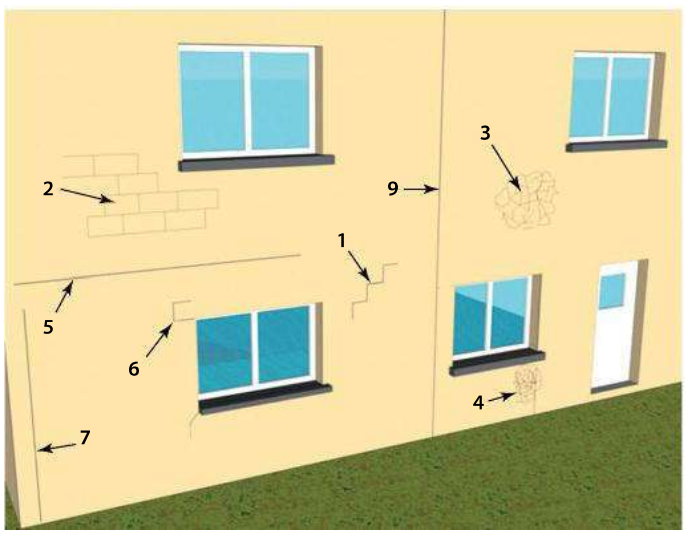
7.6.1 Identification des fissures

Identifier les diverses fissures sur les murs porteurs est une tâche complexe. Elles peuvent être dues à un choc accidentel, à un mouvement naturel de la maçonnerie et de la structure, à un mauvais vieillissement de l'enduit, etc.

Les deux questions les plus importantes auxquelles répondre sont :

- la fissure traverse-t-elle la maçonnerie ?
- l'ouvrage est-il instable ?

Pour aider à ce diagnostic, voici quelques exemples de fissures couramment rencontrées.



N° 1 – Fissures ou lézardes souvent en escalier. Fissures concernant toute l'épaisseur du mur et dont l'ouverture est importante : supérieure à 2 mm. On constate aussi la fissure côté intérieur si le mur n'est pas doublé d'un revêtement ou si on peut effectuer un sondage. Elles sont dues à l'instabilité du terrain et de l'assise du bâtiment, ce qui entraîne des mouvements dans les murs.

N° 2 et N° 3 – Microfissures linéaires ou en mailles, d'ouverture inférieure à 0,2 mm. Elles sont dues généralement à un délai trop court entre le montage du mur et la réalisation de l'enduit, mais aussi à des joints trop importants ou un mauvais dosage dans le mortier de maçonnerie.

N° 4 – Microfissures en faïence maillage de très petites ouvertures superficielles, inférieures à 0,2 mm, dans l'épaisseur de la couche de finition de l'enduit. Elles sont dues à un séchage trop rapide de l'enduit.

N° 5 – Fissures localisées avec une ouverture au tracé plus ou moins rectiligne. L'ouverture est comprise entre 0,2 et 2 mm, dans l'épaisseur de l'enduit mais parfois aussi dans l'épaisseur du mur. Se situant au droit des planchers ou acrotères ou sous les rangs inférieurs, elles sont dues à la rotation des planchers sur le chaînage.

N° 6 – Fissures localisées avec ouverture au tracé plus ou moins rectiligne. L'ouverture est comprise entre 0,2 et 2 mm, dans l'épaisseur de l'enduit mais parfois aussi dans l'épaisseur du mur. Situées entre des matériaux différents, elles sont dues à une différence dans leur comportement hygrothermique (variations d'humidité et de température).

N° 7 – Fissures verticales localisées, avec ouverture parfois importante comprise entre 0,2 et 2 mm dans l'épaisseur de l'enduit mais aussi dans l'épaisseur du mur. Situées aux angles de la construction, elles sont dues à l'absence de chaînage vertical.

N° 8 – Fissures obliques ou verticales localisées, l'ouverture est comprise entre 0,2 et 2 mm dans l'épaisseur de l'enduit mais parfois aussi dans l'épaisseur du mur. Situées aux angles inférieurs des fenêtres, elles sont dues à la dilatation des appuis.

N° 9 – Fissures verticales localisées, avec ouverture parfois importante comprise entre 0,2 et 2 mm dans l'épaisseur de l'enduit. Elles sont situées à la jonction de deux bâtiments et dues à l'absence de joint de dilatation.

7.6.2 Remèdes

7.6.2.1 Fissures dues à l'instabilité du bâtiment

Il est important de savoir si ces fissures sont ou non stabilisées. Pour cela, la pose de témoins est précieuse afin de constater l'évolution éventuelle de ces fissures.

Il peut être nécessaire de reprendre le bâtiment en sous-œuvre, pour cela les conseils d'un spécialiste seront indispensables avant d'entreprendre des travaux.

7.6.2.2 Fissures infiltrantes

Si les fissures sont suffisamment importantes pour occasionner l'infiltration d'eau dans le bâtiment, l'obligation de les traiter est évidente. Le choix du traitement dépend de l'ouverture de la fissure et de sa situation sur la façade.

Les fissures localisées sont traitées avec une bande de pontage et un enduit de rebouchage spécial.

Les fissures réparties sur la façade sont traitées suivant l'ouverture de la fissure avec un enduit de rebouchage :

- 1 couche pour les fissures < 0,2 mm ;
- 2 couches pour les fissures de 0,2 à 1 mm ;
- 3 couches pour les fissures de 2 mm qui ne sont alors pas traitées localement mais avec une armature généralisée.

7.6.2.3 Fissures non infiltrantes

Le désagrément de ces ssures n'est que d'ordre esthétique, il ne remet pas en cause la stabilité ni l'étanchéité de l'ouvrage, il n'y a donc pas urgence à les réparer.

Si l'enduit est bon à refaire, le traitement des ssures se fait avec le nouvel enduit hydraulique (par exemple un monocouche projeté) ou en repassant un enduit de parement organique sur la façade après avoir passé un enduit de rebouchage sur les ssures et une bande de pontage si nécessaire.

Exercice

Enduit traditionnel

Questions

1. D'après l'image ci-dessous, indiquer les numéros correspondant aux différentes couches d'un enduit.

___ = gobetis *___ = corps d'enduit* *___ = couche de finition*

Puis donner les dosages de chaque couche.

Gobetis : ___ *Corps d'enduit : ___* *Couche de finition : ___*

2. Indiquer, sur l'image ci-dessous, le numéro correspondant à la finition tyrolienne. (Entourer la réponse.)

3. Indiquer, sur l'image ci-dessous, le numéro correspondant à la finition grattée. (Entourer la réponse.)

Réponses

1. N° 1 : gobetis ; n° 2 : corps d'enduit ; n° 3 : finition.

Dosages :

Gobetis : 500 à 600 kg/m^3 de liant

Corps d'enduit : 350 à 400 kg/m^3 de liant

Finition : 300 à 350 kg/m^3 de liant

2. N° 2.

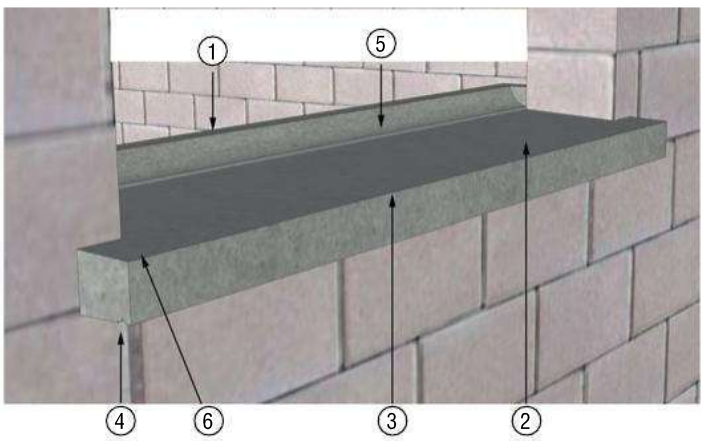
3. N° 4.

Chapitre 8
Appui de fenêtre et seuil de baie

8.1 Appui de fenêtre

L'appui de fenêtre est situé en couronnement de l'allège (partie du mur sous l'ouverture). C'est une pièce qui, dans la maçonnerie classique, est coulée en place ou préfabriquée (en pierre, en brique ou en béton).

Il supporte la traverse basse du dormant de la fenêtre grâce au rejingot [1] et évacue l'eau de pluie vers l'extérieur sur sa pente (glacis) [2] tout en protégeant l'enduit du mur d'allège grâce au nez [3] et à la goutte d'eau [4]. La gorge [5] évite la remontée d'eau sous la fenêtre par l'effet du vent. Les oreilles [6] empêchent l'eau de couler sur les côtés de la façade en la renvoyant vers l'axe de la fenêtre grâce à une pente.



Les appuis de fenêtre sont situés en couronnement du mur d'allège (sous la fenêtre). Ils servent à évacuer l'eau de pluie vers l'extérieur sur sa pente (glacis) en protégeant l'enduit du mur d'allège (goutte d'eau) et empêchent la remontée d'eau sous la fenêtre par l'effet du vent, grâce à la gorge.

Les oreilles empêchent l'eau de couler sur les côtés de la façade en la renvoyant sur le devant.

Principe de la goutte d'eau

8.1.1 Appui coulé en place

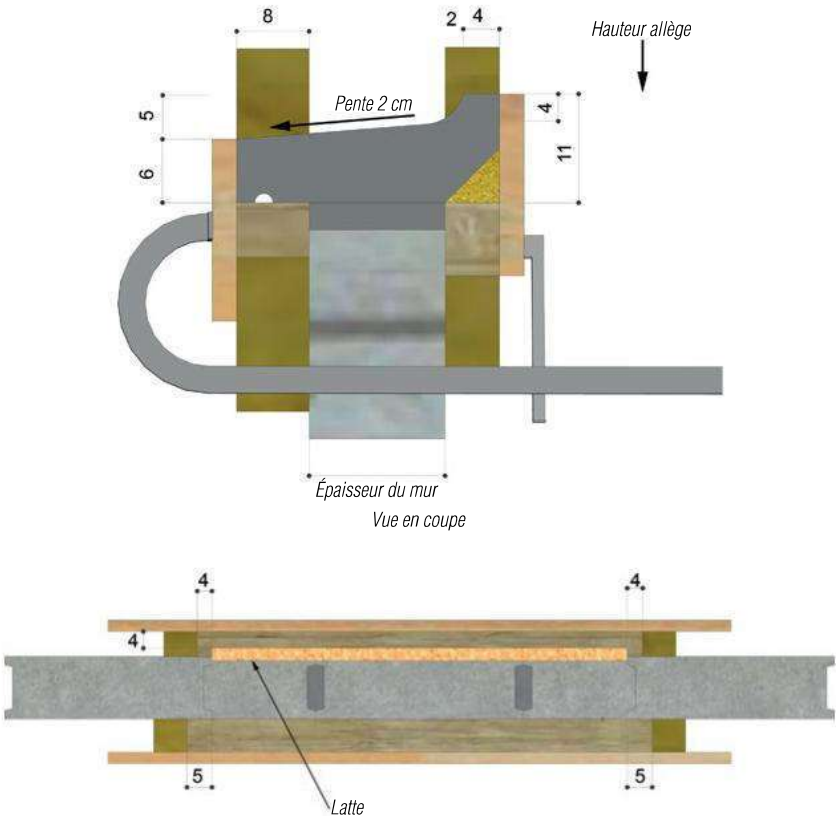
Le coffrage de l'appui s'effectue après celui de l'arase s'il y a lieu (ce dernier est nécessaire s'il y a plus de 3 cm à rattraper).

On prépare un moule selon les principes suivants (voir aussi schéma) :

- le débord de l'appui côté extérieur est d'une épaisseur 7 cm. On place sur le chevron une baguette afin de créer la goutte d'eau (un chanfrein en plastique ou bien un demi-rond ou quart-de-rond en bois) ;
- à l'intérieur, l'appui déborde de l'épaisseur de l'isolant moins 3 à 4 cm (cette épaisseur d'isolant devant l'appui en intérieur limite le pont thermique c'est-à-dire la déperdition de chaleur) ;
- l'appui dépasse des tableaux de 5 cm environ de chaque côté (oreilles).

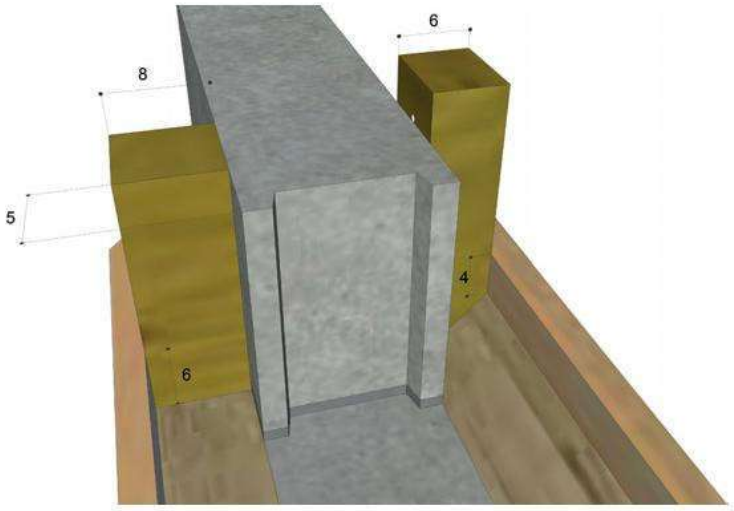
! ATTENTION

Conformément au DTU 20.1, le rejingot doit obligatoirement être coulé en même temps que l'appui afin d'assurer la continuité de la matière et ainsi d'éviter une fissuration.



La latte est ajoutée au cours du façonnage de l'appui pour créer le rejingot.

Coffrage d'un appui

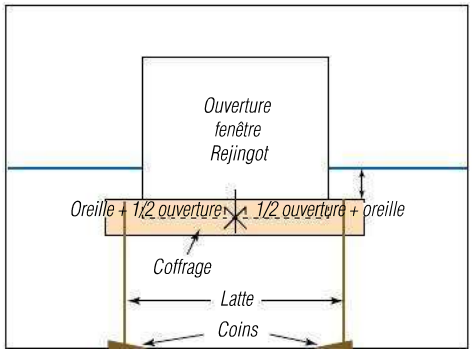


Vue en perspective

Coffrage d'un appui *(suite)*

Pour la mise en place du co rage et le coulage de l'appui :

- Tracer la hauteur intérieure demandée puis régler de niveau le co rage intérieur (à l'aide de lattes et coins). Régler ensuite le co rage extérieur 5 à 6 cm plus bas que l'intérieur.

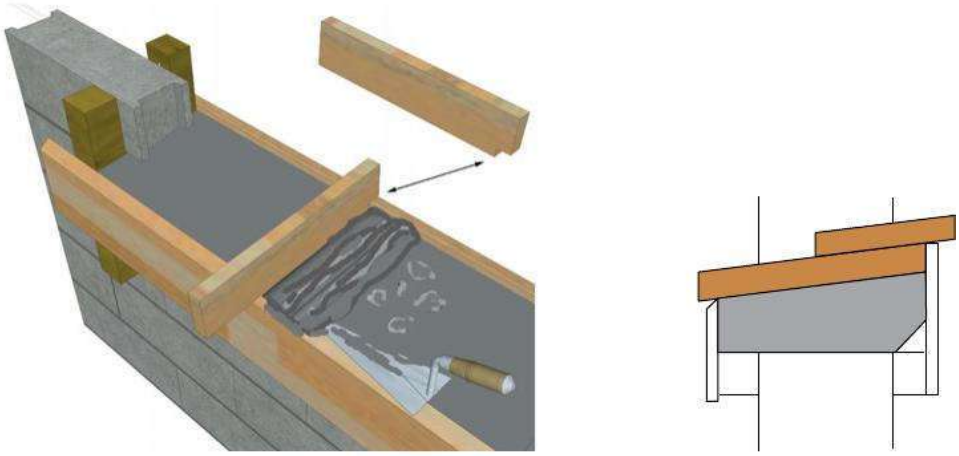


- Assembler les co rages avec des serre-joints et véri er que le réglage soit parfait avec le niveau et à l'aide du traçage intérieur du rejingot.
- Mettre en place les aciers soit au minimum 3 barres HA sur la longueur et un treillis soudé qui couvre la surface.
- Remplir l'appui de béton en gardant 2 à 3 cm pour la nition. Ce béton doit être vibré.

! ATTENTION

Veiller à l'état du béton : le béton coulé doit être plastique pour remplir le coffrage mais surtout pas trop mou (afin de ne pas mouiller le mortier de finition ; ne pas accomplir pas cette étape sous la pluie).

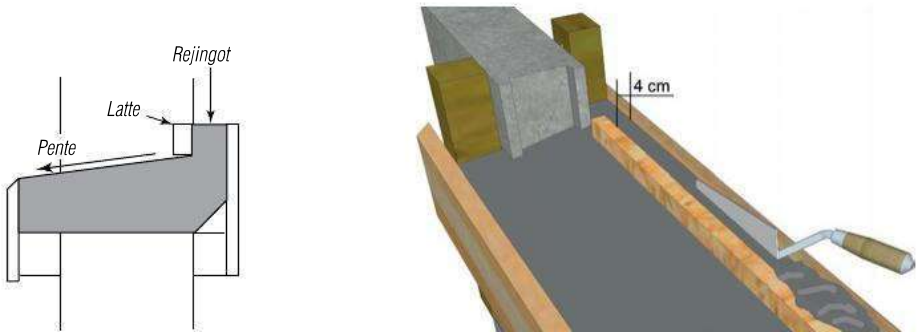
- Compléter avec un mortier très peu mouillé mais bien gras (fortement dosé en ciment) : à 500 kg/m
- Tirer le mortier à l'aide d'une planche munie d'une encoche de 4 cm ou de deux lattes superposées pour façonner la pente.



Tirage du béton en pente

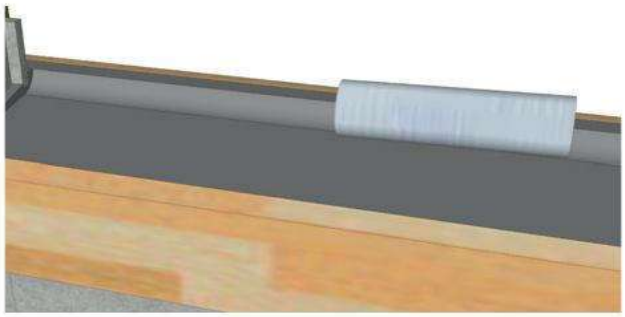
Une planchette munie d'une encoche ou deux lattes superposées permettent de tirer un appui.

- Talocher pour aplanir parfaitement la surface et pour boucher tous les trous.
- Poser une latte entre les deux tableaux à 4 à 5 cm du co rage intérieur et remplir de mortier pour former le rejingot. Celui-ci se réalise obligatoirement sur béton frais.
- Après une dizaine de minutes, enlever la latte.



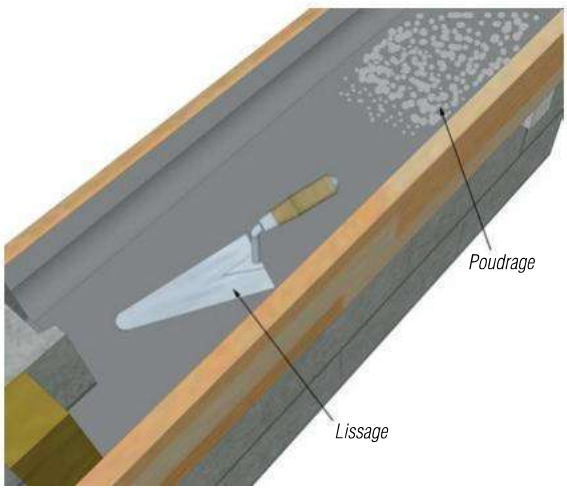
Coulage du rejingot

- Façonner la gorge en remplissant de mortier l'angle entre le rejingot et l'appui et en lissant avec un morceau de tube PVC ou métallique.



Façonnage de la gorge

- Écraser le grain sur toute la surface pour bien enfoncer tous les cailloux qui pourraient empêcher le lissage et nettoyer l'environnement : les planches, les serre-joints, etc., afin qu'il n'y ait pas de saletés qui tombent sur le lissage.
- Saupoudrer de ciment pur, sans excès (moins de 1 mm d'épaisseur) et laisser reposer quelques minutes, le temps que l'humidité du mortier soit absorbée par la poudre. Lisser avec une truelle très propre et sans bavure métallique. On obtient déjà un résultat convenable.



- Renouveler l'opération de lissage après 1/2 heure à 1 heure environ pour améliorer le fini. Si des bulles d'air apparaissent c'est que la barbotine accroche mal au mortier. Dans ce cas, percer ces bulles avant de lisser fortement. Renouveler l'opération autant de fois que nécessaire.

Le temps de séchage varie de 1 à 3 heures suivant les conditions climatiques.

À SAVOIR

Le saupoudrage de ciment pur en excès accentue le risque de faïençage.

Pour parfaire le travail et éviter le faïençage il faut, lorsque le ciment commence à durcir, l'asperger légèrement d'eau et lisser de nouveau. Il est conseillé également d'arroser lorsqu'il fait chaud quand le glacis a fait sa prise.

Coffrages métalliques

Au lieu de réaliser un coffrage bois, on peut utiliser des coffrages métalliques. Le maintien s'effectue par des coulisseaux réglables dont les supports sont maintenus plaqués sur les jambages par des serre-joints à vis.

8.1.2 Pose d'un appui préfabriqué

La pose d'un appui de fenêtre préfabriqué facilite vraiment le travail par rapport à un appui coulé en place.

La mise en œuvre d'un appui en béton moulé ou extrudé est effectuée sur un lit de mortier d'environ 1 à 2 cm d'épaisseur après avoir réalisé l'arase du mur d'allège avec du béton.

Pour un appui en pierre de taille, la sous-face étant souvent irrégulière, il est nécessaire de caler l'ensemble avec du mortier relativement sec. Puis on effectue le bourrage avec un mortier pâteux.

La commande de l'appui préfabriqué dépend de :

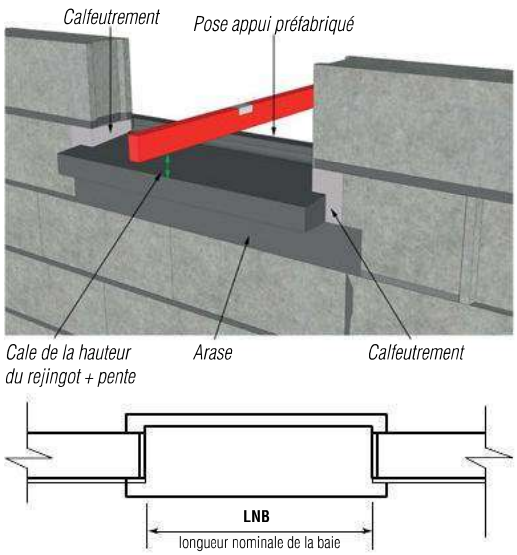
- la largeur des murs bruts : on y ajoute 8 cm pour le débord extérieur et l'épaisseur de l'enduit (pour un mur en blocs béton de 20 cm, la largeur d'appui est de 28 cm) ;
- la longueur de l'ouverture : on y ajoute 2 × 5 cm pour les oreilles.

On réalise l'arase de l'allège en fonction de l'appui acheté :

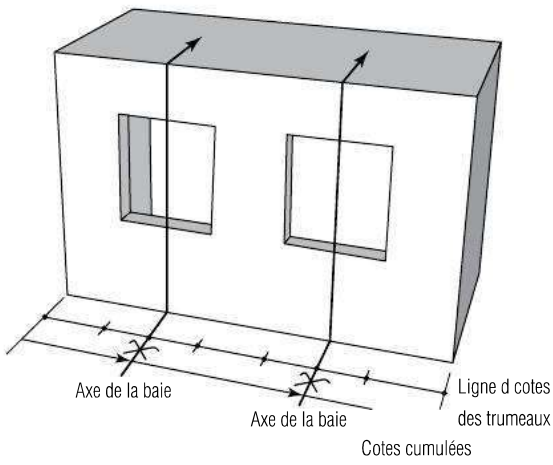
- après avoir mesuré l'épaisseur avec rejingot de l'appui de fenêtre, tracer sur le mur intérieur la hauteur d'allège, puis déduire l'épaisseur trouvée + 1,5 cm pour le mortier de pose : cela donne la hauteur d'arase sous l'appui ;
- casser les jambages de chaque côté de l'ouverture (pour pouvoir ensuite passer les oreilles de l'appui) ;
- correr l'arase à l'aide de planches et de serre-joints ;
- couler le béton.

Pour la pose de l'appui :

- étaler 2 cm de mortier gras sur l'arase sèche, après avoir dépoussiéré ;
- mesurer la différence de hauteur entre les côtés intérieur et extérieur de l'appui pour préparer une cale de réglage à placer sous le niveau ;
- tracer l'axe de l'ouverture sur le mur intérieur et l'axe sur l'appui, toujours côté intérieur ;
- poser l'appui, effectuer le réglage à l'axe et en hauteur côté intérieur ;
- à l'aide de la cale placée sous le niveau, régler le côté extérieur de l'appui ;
- contrôler le réglage et réaliser le calfeutrement latéral.



8.2 Seuil de baie



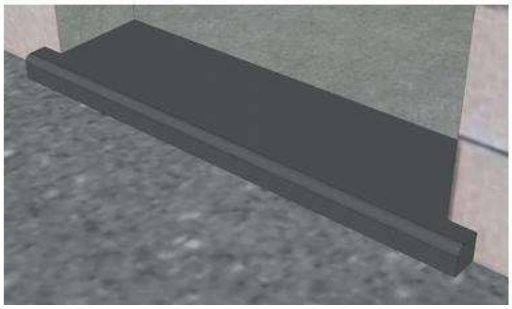
La largeur nominale de baie est la dimension prise entre tableaux finis.

La hauteur nominale de baie est la dimension prise entre la sous-face finie du linteau et le dessus du rejingot. Les baies doivent être implantées d'axe en axe, en cotes cumulées.

D'un étage à l'autre, des baies présentant un alignement vertical doivent être relevées au fil à plomb d'axe.

Un seuil marque la partie inférieure d'une porte ou porte-fenêtre et sert à :

- protéger des intempéries ;
- résister aux frottements dus aux passages répétés ;
- faciliter l'accès des personnes ou des véhicules.



Seuil de garage

Leur fabrication et mise en œuvre sont similaires à celles des appuis de fenêtre (traditionnel, en pierre, préfabriqué…).

Il existe deux sortes de seuils : avec nez sans débord ou avec nez en saillie.

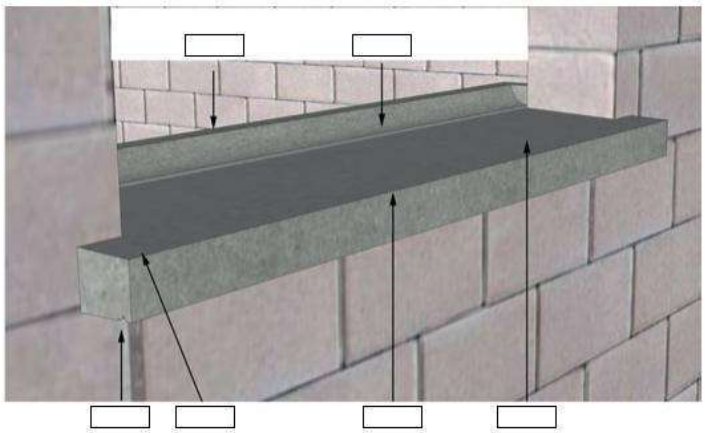
En règle générale, le nez de ces seuils est passé au fer à boudin afin d'éviter une arête vive et d'obtenir un nez arrondi. Il est réalisé soit avec rejingot soit sans, suivant les instructions du menuisier.

Exercice

Appui de fenêtre

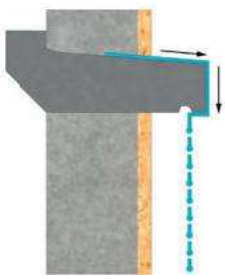
Questions

1. Sur l'image suivante, indiquer les noms de chaque élément constituant un appui de fenêtre, suivant la liste donnée ci-dessous.

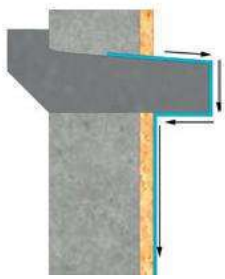


1 - Rejingot
2 - Gorge
3 - Glacis
4 - Oreille
5 - Nez
6 - Larmier

2. En vous aidant de l'image ci-dessous, quelles sont les fonctions d'un appui de fenêtre ?



Avec goutte d'eau



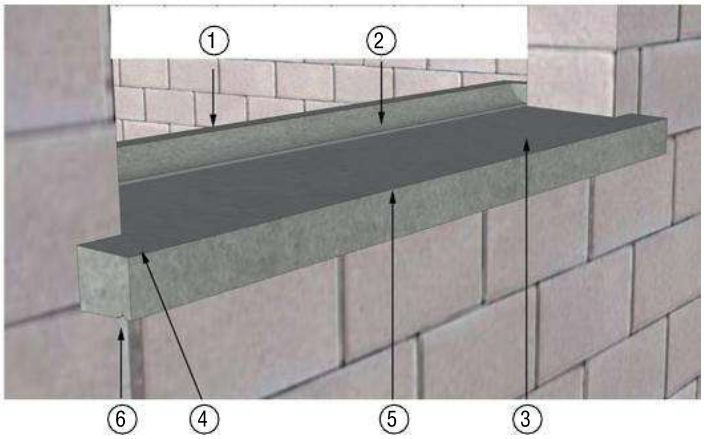
Sans goutte d'eau

a. _____

b. _____

Réponses

1.



1 - Rejingot
2 - Gorge
3 - Glacis
4 - Oreille
5 - Nez
6 - Larmier

2. a. L'appui de baie supporte la traverse basse du dormant de la fenêtre.
b. Il évacue l'eau de pluie vers l'extérieur.

Chapitre 9
Pignon

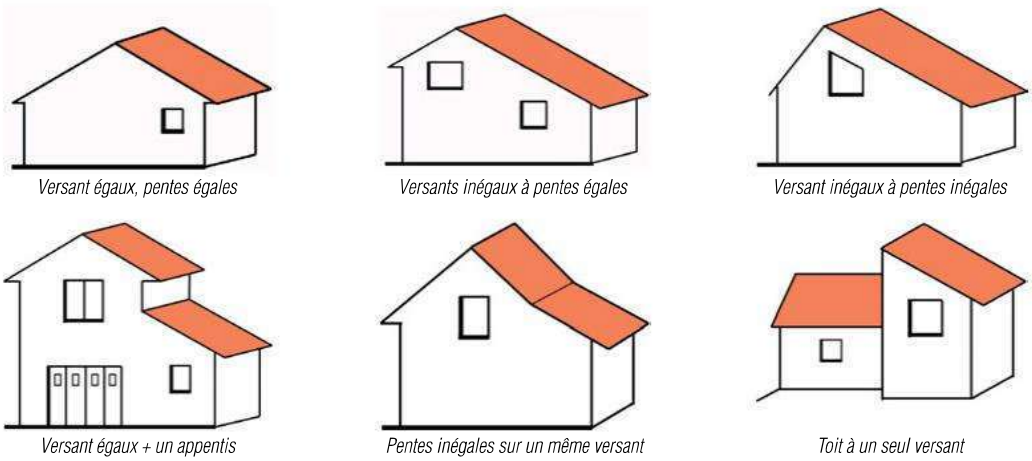
9.1 Généralités

Un pignon est la partie triangulaire d'un mur perpendiculaire au faîtage. On appelle mur pignon l'ensemble de ce mur.

Le pignon soutient les pannes et le faîtage d'une charpente et ferme le bâtiment. Par rapport à une toiture plate, il crée des combles, aménageables ou non.

La forme du pignon dépend :

- de la situation géographique (style régional souvent influencé par le climat) ;
- de la conception ;
- des matériaux utilisés.

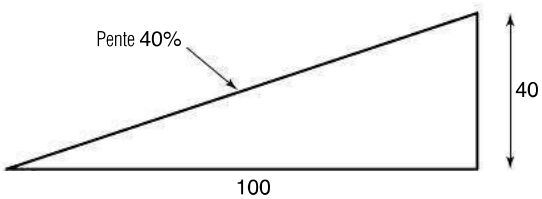


Pignons et versants

C'est le pignon qui donne sa forme à la toiture, donc sa pente.

Attention de ne pas confondre, lors de la lecture des plans ou de la réalisation, les indications en pourcentage de pente et en degrés.

Par exemple, une pente à 40 % (40 cm de hauteur pour 100 cm de longueur) correspond à un angle de 22°.



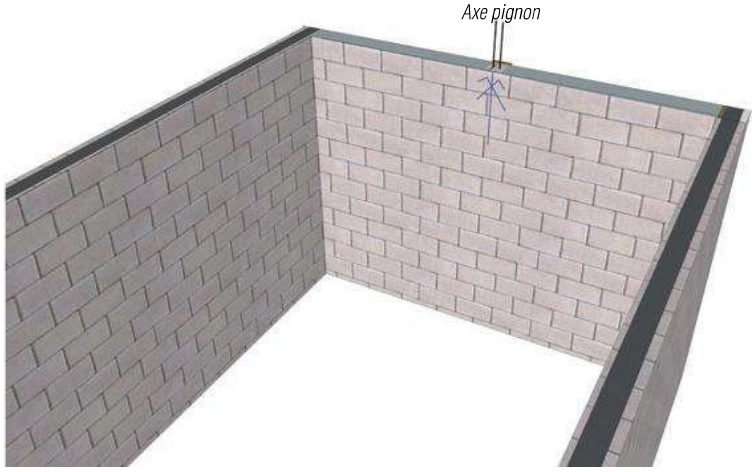
En maçonnerie, les ouvrages en béton armé directement associés au pignon sont :

- les rampants : parties inclinées qui vont de l'égout au faîtage qui doivent être munis d'un chaînage armé comme un chaînage horizontal (épaisseur : 7 cm minimum) ;
- le chaînage horizontal (en haut de mur, sous le pignon) et les chaînages verticaux (dans l'angle des murs, aux extrémités du pignon) ;
- les raidisseurs : disposés tous les 3 à 4 m et reliés au chaînage horizontal.

Les cheminées sont des ouvrages souvent associés au pignon.

9.2 Réalisation

Pour monter le pignon, une fois les chaînages horizontaux coulés en béton ou dans des blocs en U, tracer l'axe du mur pignon dans le cas d'un pignon axé (c'est-à-dire de deux versants de toit symétriques) ou bien l'axe du faîtage si celui-ci est désaxé.

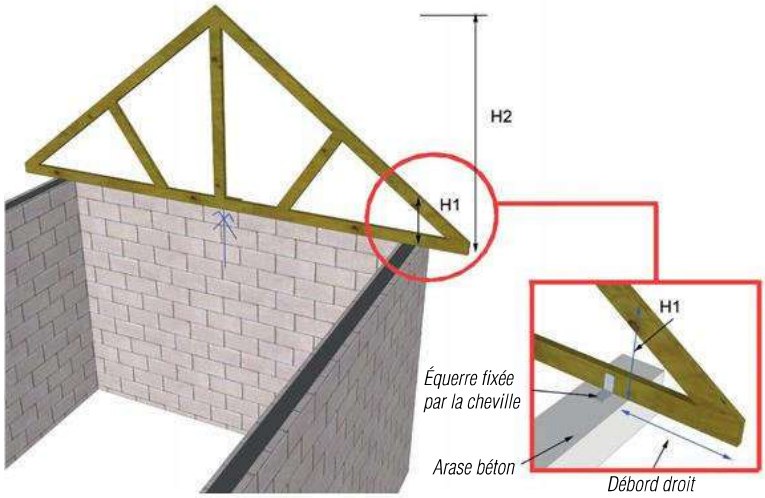


On construira la toiture soit à l'aide de fermettes soit avec une charpente traditionnelle.

Si les fermettes sont sur le chantier, prendre les cotes directement sur celles-ci en veillant à prendre au bon endroit la hauteur H1 (voir schéma) :

Débord de la fermette par rapport au mur = (longueur de la fermette − longueur du mur)/2

On prend la mesure H1 en remontant à la verticale là où débute le débord du toit.



Dessin du pignon par rapport aux fermettes

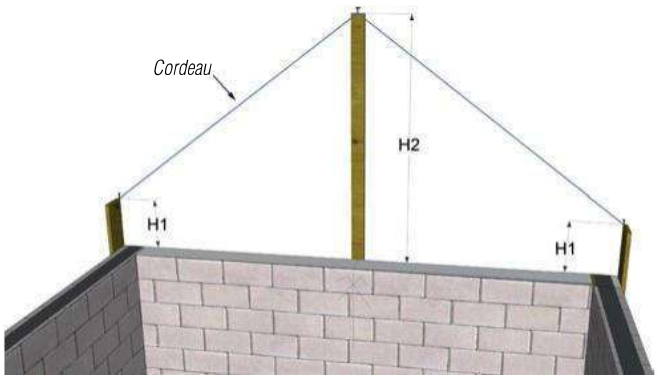
Dans le cas d'une charpente traditionnelle, prendre la hauteur brute, c'est-à-dire au-dessus du chevron (sans compter la latte, la contre-latte et les tuiles). Cette hauteur H1 est prise au même endroit que pour une fermette : à l'aplomb du mur de façade.

La hauteur H2 est, sur la fermette, sa hauteur totale, et sur la charpente la hauteur depuis le haut du mur jusqu'au sommet des chevrons sur la panne faîtière.

Placer deux planches à droite et à gauche des murs extérieurs en dépassant du mur de la cote H1. Fixer une pointe en haut vers l'extérieur du pignon pour pouvoir ensuite placer un cordeau.

Pour la planche du milieu (garant de hauteur), positionner la planche à la bonne hauteur (H2) et fixer cette pige parfaitement d'aplomb.

Tendre un cordeau de la pointe H1 de gauche à la pointe H1 de droite en passant par H2 en haut du pignon.



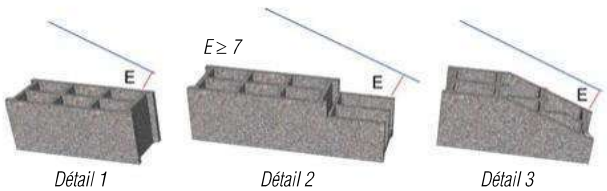
Gabarit du pignon

Le montage des blocs béton doit être croisé, comme pour un mur. On procède aux découpes en optimisant l'utilisation des chutes : une chute peut trouver sa place à une autre extrémité. Combler les plus gros vides, tout en laissant au minimum 7 cm de béton pour le chaînage en rampant (voir détails 1 à 3).

Pour une charpente traditionnelle, ne pas oublier les réservations des pannes. Celles-ci peuvent être verticales ou d'équerre par rapport au rampant, suivant la préconisation du charpentier.

L'armature du chaînage en rampant doit être reliée aux chaînages verticaux (voir détail 4). Son épaisseur est de 7 cm minimum avec deux barres HA 10 et un recouvrement des barres de 50 cm.

Pignon monté et rampants ferraillés



Principe de taille des blocs en rampant

Les blocs béton sont taillés ou non en fonction de la cote minimale de 7 cm pour le chaînage en rampant.

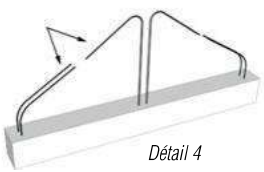
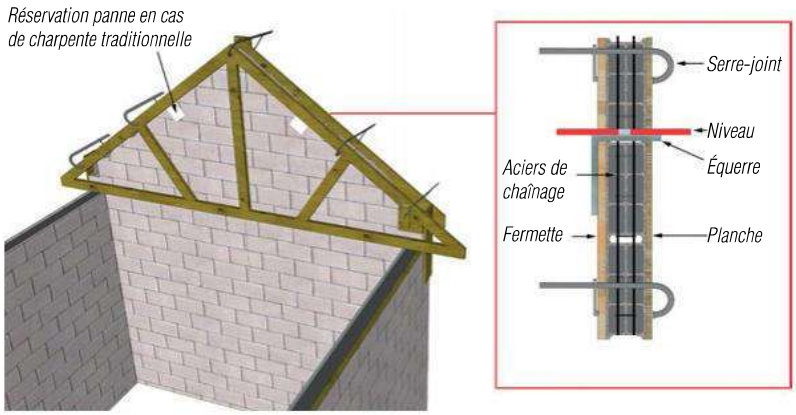


Schéma de chaînage des rampants

Les aciers des chaînages verticaux sont repliés dans le chaînage en rampant.

Dans le cas d'une arase de rampant pour des fermettes, il suffit de régler la fermette à l'intérieur et de coffrer seulement l'extérieur à l'aide de planches, en serrant le tout par des serre-joints après un réglage à l'aide d'une équerre et d'un niveau. Puis on coule du béton assez ferme et on le vibre.

Dans le cas d'une charpente traditionnelle, placer deux planches face à face, en veillant à ce qu'elles soient bien alignées entre elles et à la hauteur du cordeau moins 5 mm (jour de ligne).



Arase de rampants

Les réservations pour les pannes ne sont pas présentes en cas de charpente avec fermettes. Dans le cas d'une charpente traditionnelle, le chaînage en rampant doit être présent au-dessus des pannes.

Exercice

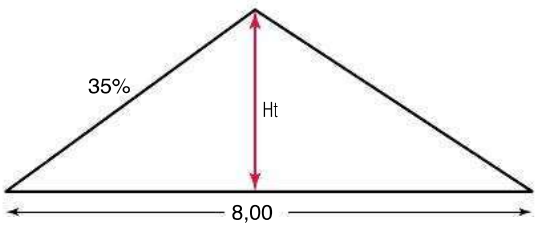
Pignon

Questions

1. Les pignons sont les éléments de maçonnerie de forme souvent triangulaire donnant la forme à la toiture. Quels sont leurs rôles ? (Entourer les réponses.)

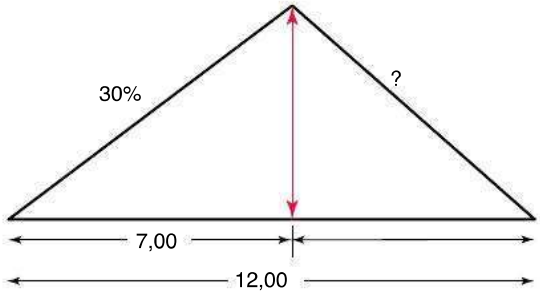
Porter la charpente.	Supporter les planchers.	Obtenir des combles aménageables ou non.
Recevoir les descentes d'eau pluviale.	Limiter le bâtiment en rive.	Résister à la poussée des terres.

2. D'après l'image ci-dessous, calculer la hauteur au faîtage, sachant que le bâtiment a un pignon de 8 m de long et que la toiture a deux versants égaux d'une pente de 35 %.

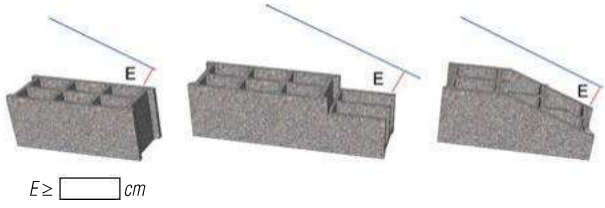


3. D'après l'image ci-dessous, calculer la hauteur au faîtage sachant que le bâtiment a un pignon de 12 m de long et que la toiture est à deux versants inégaux : le premier a une pente à 30 % sur une longueur de 7 m.

Puis calculer le pourcentage de la pente du second versant.



4. D'après l'image ci-dessous, indiquer la valeur de E correspondant à l'épaisseur du chaînage en rampant (3 cm d'enrobage autour des barres HA de diamètre 10).



Réponses

1. Il faut entourer : porter la charpente, limiter le bâtiment en rive et obtenir des combles aménageables ou non.

2. Hauteur du pignon : 0,35 m/m × 4 m = 1,40 m

3. Hauteur du pignon : 0,30 m/m × 7 m = 2,10 m

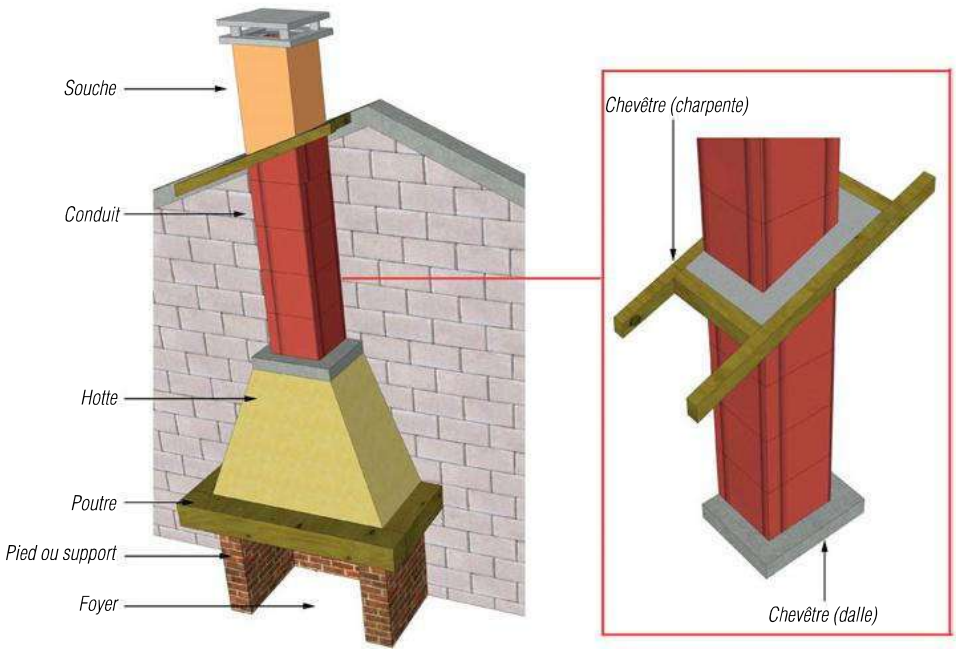
Pente du deuxième versant : 2,10 m / 5 m = 0,42 m/m, soit 42 %

4. ≥ 7 cm.

Chapitre 10
Conduit et souche de cheminée

10.1 Généralités

Le principe général d'une évacuation de fumée maçonnée pour une cheminée (pour un poêle, on installera généralement un conduit métallique) est, après la hotte de cheminée, un conduit traversant le ou les planchers et la toiture grâce à des chevêtres. En extérieur, le conduit se nomme souche, celle-ci doit impérativement être isolée.



Cheminée et détails des chevêtres

Les boisseaux de terre cuite ou de béton sont à parois pleines ou alvéolées. Ils sont régis par les normes NF et CE. Pour le raccordement à des chaudières basse température (à haut rendement ou à condensation) dont la température des produits de combustion est inférieure à 250 °C, il existe également des boisseaux répondant à des exigences particulières et faisant l'objet d'un avis technique.

Les conduits sont carrés ou rectangulaires, d'une hauteur de 33 ou 50 cm (avec une paroi de 3 cm) ou bien de 25 ou 33 cm (avec une paroi de 5 cm).

Boisseau de terre cuite

Boisseau béton

Paroi simple

Paroi alvéolée

Paroi alvéolée avec isolant

Exemples de boisseaux

Les fumées se refroidissent au fur et à mesure de leur montée dans le conduit, donc le tirage d'air ralenti ce qui induit un mauvais tirage. Une isolation thermique, notamment dans la traversée des combles et en souche, améliore les conditions de tirage et réduit la condensation à l'intérieur du conduit voire les risques de bistrage (fort refroidissement des fumées entraînant un dépôt important sur les parois internes du conduit, pouvant à terme obstruer le conduit ou produire un feu de cheminée).

Si le conduit est de grande longueur il est fortement recommandé de l'isoler sur une distance suffisante (par exemple à partir du plancher de l'étage) voire sur toute sa hauteur.

10.2 Boisseau

10.2.1 Montage

Les boisseaux du conduit de fumée sont maçonnés au mortier bâtard (50 % de ciment, 50 % de chaux) dosé à 450 kg/m^3 environ. On n'utilise jamais de ciment seul, ni de plâtre, ni de ciment prompt.

L'étanchéité aux gaz est assurée par le joint et les condensations n'ont pas tendance à ressortir par capillarité à travers ce dernier.

Les parties mâles sont dirigées vers le bas afin d'éviter l'écoulement de la condensation ou du bistre vers l'extérieur du conduit et les joints intérieurs sont lissés.

! ATTENTION

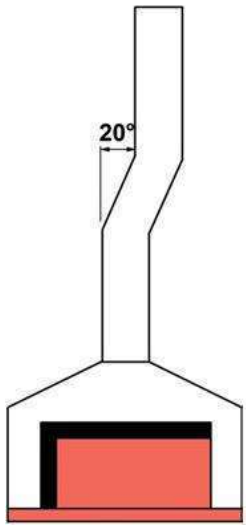
La section intérieure du conduit et de la souche doit être constante sur toute la hauteur et les parois doivent être les plus lisses possible.

10.2.2 Tracé

Les conduits de fumée doivent autant que possible être verticaux. Des dévoiements peuvent être admis dans les constructions anciennes, à condition de procéder à une réfection complète des conduits, et dans les maisons individuelles ayant moins de deux étages (de plain-pied ou en R + 1).

Dans ces deux cas :

- un conduit ne doit pas comporter plus de deux dévoiements, c'est-à-dire plus d'une partie non verticale ;
- l'angle de ces dévoiements par rapport à la verticale ne doit pas excéder 20°. Toutefois, pour des conduits de moins de 5 m de haut, cet angle peut être supérieur à 20°, mais sans excéder 45°.



Dévoiement

10.2.3 Conduit adossé ou accolé

Un conduit adossé est autoporteur et il n'est pas lié sur toute sa hauteur à l'ouvrage adjacent. À l'inverse, un conduit est dit accolé lorsqu'il est solidaire de son support sur toute sa hauteur.

Un conduit adossé ne peut l'être que contre des éléments construits en matériaux incombustibles, d'une stabilité et d'une tenue au feu suffisantes.

Le conduit accolé ne peut être monté que pour évacuer les fumées des chaudières ou générateurs de petite puissance (puissance calorifique nominale < 35 kW) et doit avoir une hauteur inférieure ou égale à 15 m.

Un mur d'adossement est nécessaire si l'on se trouve en présence d'une cloison de type Placoplatre. Ce mur d'adossement peut être exécuté en béton cellulaire, ce qui représente 15 cm de doublage. On peut également opter pour un matériau apportant une qualité de stockage des calories dégagées par le foyer (par exemple de la brique pleine).

10.2.4 Traversée des planchers

Un espace libre, calfeutré par un matériau inerte et incombustible, doit être réservé entre le conduit et le plancher.

L'écart au feu ou garde au feu est impérativement de 16 cm, pris de l'intérieur du boisseau jusqu'aux pièces combustibles (bois de charpente, solives…). Dans ce cas, il convient de ne pas interposer un matériau, même isolant et incombustible, entre le conduit et le matériau combustible.

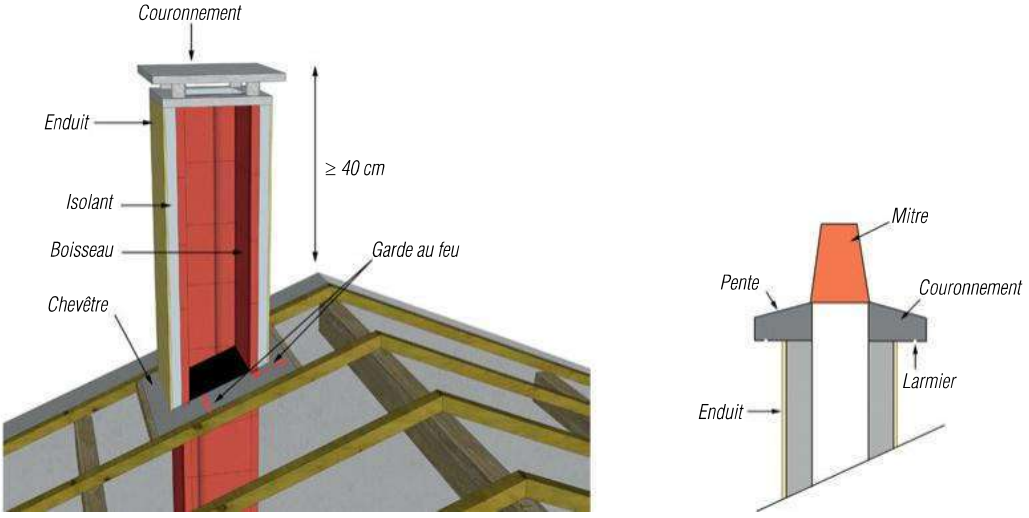
À SAVOIR

Lors de la construction du plancher, il est important de connaître l'emplacement éventuel d'une cheminée afin de pouvoir renforcer en aciers la dalle qui va la porter.

10.3 Souche

Les fonctions de la souche, partie extérieure du conduit de fumée, sont de :

- protéger le conduit des entrées d'eau de pluie et de l'action du vent : elle sera surmontée d'un couronnement ou d'une mitre ;
- améliorer le tirage : elle doit être isolée pour éviter le refroidissement trop rapide des fumées : la résistance thermique des parois doit être au moins égale à 0,43 W/m^2K., la souche ne doit pas comporter de rétrécissement du conduit et doit être suffisamment haute pour éviter les refoulements dus au vent ;
- protéger contre les infiltrations d'eau surtout au niveau de la traversée du toit : une étanchéité (solin) doit être soigneusement réalisée par le couvreur à la sortie de toit.



Souche de cheminée

La souche est généralement réalisée en maçonnerie, en boisseaux de terre cuite ou de pouzzolane, avec une protection thermique par doublage en blocs minces (briques ou blocs béton fins), ou sans si ces boisseaux présentent une double rangée d'alvéoles.

Un chevêtre en béton armé s'exécute en suivant la pente, dans l'épaisseur du toit. L'enduit se réalise au mortier bâtard. Le couronnement en béton (ou aspirateur statique) est muni d'une goutte d'eau.

Par rapport au faîtage, le débouché de la souche doit être à au moins :

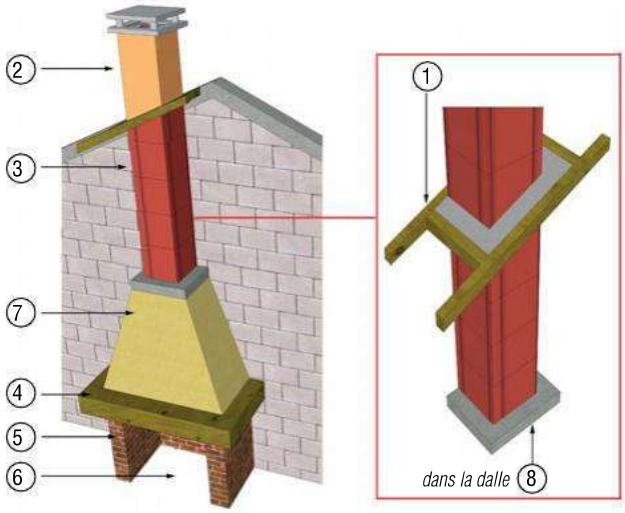
- 40 cm du faîtage de toute construction distante de moins de 8 m ;
- 1 m au-dessus d'un acrotère pour un toit-terrasse ;
- 1,20 m au-dessus d'une toiture d'une pente inférieure à 15°.

Exercice

Cheminées

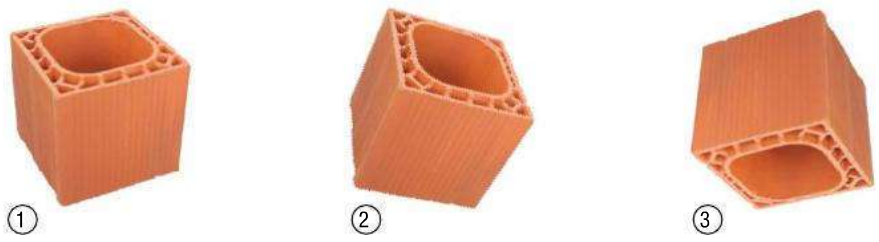
Questions

1. D'après l'image ci-dessous, indiquer les numéros correspondant aux différents éléments constituant la cheminée.



___ - Chevêtre (dalle)
___ - Poutre de manteau
___ - Chevêtre (charpente)
___ - Foyer
___ - Conduit
___ - Hotte
___ - Supports
___ - Souche

2. Sur l'image ci-dessous, indiquer la bonne position du conduit de fumée (entourer la réponse).



3. Lors de la pose des conduits de fumée, quelle est la valeur de la garde au feu (prise de l'intérieur du boisseau vers les pièces combustibles) ? (Entourer la réponse.)

a. 8 cm *b. 12 cm* *c. 16 cm* *d. 20 cm*

4. La souche extérieure du conduit de fumée doit dépasser du faîtage. Quelle est la valeur minimale de ce dépassement ? (Entourer la réponse.)

a. 20 cm *b. 40 cm* *c. 60 cm* *d. 80 cm*

Réponses

1. Chevêtre (charpente) : n° 1 ; souche : n° 2 ; conduit : n° 3 ; poutre de manteau : n° 4 ; supports : n° 5 ; foyer : n° 6 ; hotte : n° 7 ; chevêtre (dalle) : n° 8.

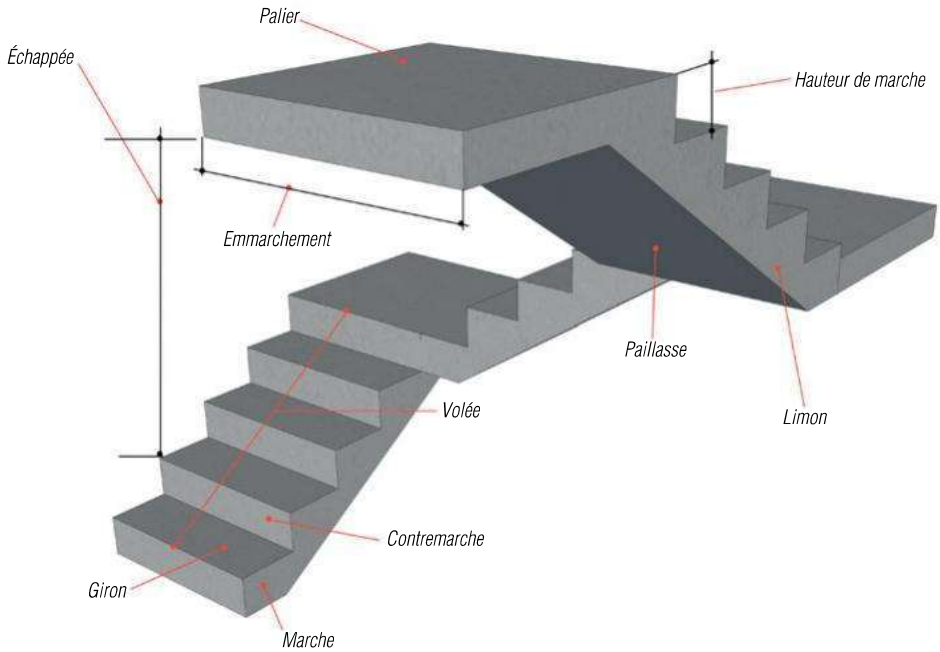
2. N° 3, la partie mâle vers le bas.

3. Réponse c : 16 cm.

4. Réponse b : 40 cm.

Chapitre 11
Escalier

11.1 Terminologie



Terminologie de l'escalier

Le vocabulaire de l'escalier présente un certain nombre de termes spéci ques avec lesquels il est bon de se familiariser :

- échappée : hauteur libre depuis tout point de l'escalier, nécessaire au passage ;
- emmarchement : largeur d'un escalier. Ce terme peut désigner aussi un ensemble de marches ;
- contremarche : partie verticale de la marche ;
- giron : largeur de la marche mesurée sur la ligne de foulée. Cette largeur est identique pour toutes les marches ;
- hauteur de marche : di érence de niveau entre deux marches (donc hauteur d'une contremarche) ;
- ligne de foulée : ligne virtuelle empruntée par l'utilisateur, à l'axe de l'escalier ou, si l'emmarchement est de plus de 1 m, à 50 cm de la rampe. Son dessin est impératif dans les escaliers balancés : les girons doivent tous être égaux le long de cette ligne ;
- limon : ossature qui supporte les marches de l'escalier. Dans un escalier béton l'ensemble des marches fait en même temps limon ;

- marche : partie horizontale sur laquelle repose le pied et qui permet de franchir les différents niveaux ;
- paillasse : dalle inclinée supportant un escalier (épaisseur de béton, au minimum 10 cm, comprise entre l'angle rentrant de la marche et la sous-face) ;
- palier : plate-forme en bout d'une volée d'escalier. On distingue les paliers principaux (aux différents étages) et les paliers de repos (entre deux étages) ;
- volée : partie comprise entre deux paliers.

11.2 Calcul des dimensions des marches

Un escalier se monte et se descend facilement lorsque son giron se situe autour de 28 cm et la hauteur de marche de 16,5 à 17 cm environ. Mais ces cotes ne peuvent pas toujours être respectées, surtout en rénovation, car elles dépendent de deux données : la hauteur à monter (hauteur entre les sols finis) et la longueur disponible. Quand cette dernière est insuffisante pour permettre un escalier droit, celui-ci peut être réalisé avec un palier intermédiaire ou bien on envisage un escalier à marches balancées voire hélicoïdal.

À SAVOIR

La relation de Blondel est une formule qui permet de calculer un escalier agréable à emprunter :

$$60 < 2\,h + g < 65 \text{ où } h \text{ est la hauteur de la contremarche et } g \text{ le giron.}$$

Cette relation entre h *et* g *est basée sur la longueur moyenne du pas d'un homme. Une hauteur trop faible est dangereuse en descente ; une hauteur trop forte est très fatigante et dangereuse en montée. Dans les lieux publics, la hauteur maximale des marches est de 16 cm et le giron est au minimum de 28 cm.*

On prend ici pour exemple la montée d'un garage à l'habitation (sur vide sanitaire) présente une différence de 1 m entre les planchers finis, avec une longueur disponible de 1,40 m. On prévoit la réalisation d'un escalier droit. Le sol brut du garage est – 6 cm du sol fini ; le sol brut de l'habitation est à – 4 cm du sol fini.

Les calculs sont les suivants :

- le nombre de marches si on prévoit une hauteur de marche de 17 cm est de : 100 / 17 = 6 (en arrondissant) ;
- la hauteur exacte des marches est de : 100 / 6 marches = 16,66 cm ;
- le nombre de girons est celui du nombre de marches – 1, soit 5 ;
- la longueur des girons sur 1,40 m peut être de : 140 / 5 girons = 28 cm ;
- on vérifie la relation de Blondel : (2 × 16,66) + 28 = 61,32 ; ce chiffre est bien compris entre 60 et 65 donc l'escalier est correctement dimensionné.

11.3 Traçage

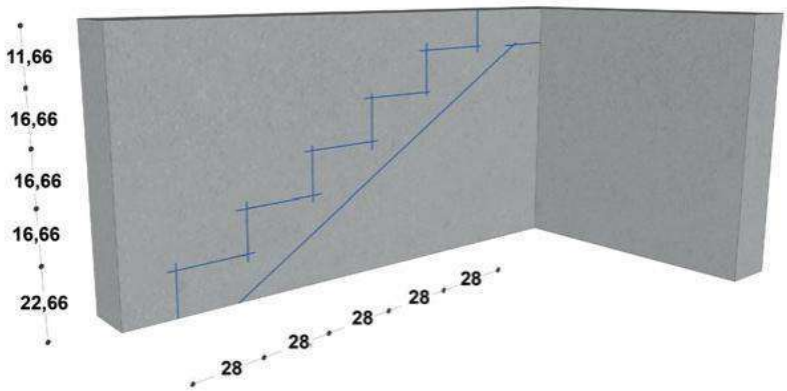
Le traçage des marches doit être réalisé avec soin : une fois calculées, la longueur du giron (en général 26 à 30 cm) et la hauteur (en général 15,5 à 18 cm) sont identiques pour toutes les marches.

Pour plus de précision, le traçage se travaille en cotes cumulées c'est-à-dire que l'on garde le zéro du mètre à son point de départ et on trace tous les repères voulus (par exemple, pour les girons : 28, 56, 84, etc.).

Attention à la différence entre sol brut et sol fini : la première et la dernière marche n'ont pas la même hauteur brute que les autres.

Dans l'exemple suivi :

- à partir du sol brut du garage, la première marche doit faire 16,66 + 6 cm de réserve au niveau garage pour la chape = 22,66 cm de hauteur ;
- la dernière marche doit faire 16,66 – 5 cm = 11,66 cm de hauteur jusqu'au sol brut de l'habitation.



Traçage au cordeau sur le mur

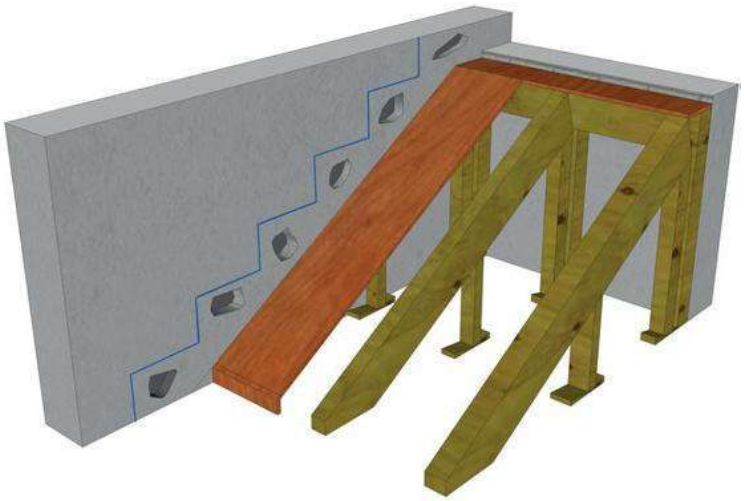
Pour toute réalisation d'escalier il est absolument essentiel de s'assurer, lors du dessin de l'escalier, de l'échappée disponible, c'est-à-dire de la hauteur libre depuis tout nez de marche de l'escalier. L'échappée doit être d'au moins 2 m.

11.4 Coffrage

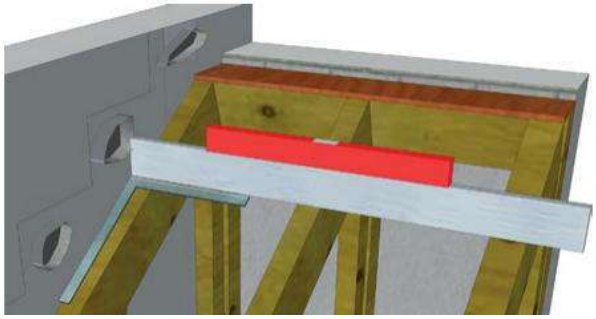
11.4.1 Coffrage de la paillasse

Après le traçage, percer les blocs de béton afin d'accrocher l'escalier au mur d'échiffre (mur qui supporte un escalier) puis réaliser le coffrage :

- régler de part et d'autre de l'emmarchement deux chevrons de 6 × 8 cm au trait de la paillasse moins l'épaisseur du contreplaqué. Bloquer à l'aide de chandelles et de coins pour faciliter le décoffrage ;
- régler le chevron du milieu par rapport aux autres ;
- créer l'arrêt de la première marche ;
- placer le contreplaqué en deux morceaux ou en laissant un joint de papier ou autre aux extrémités afin de décoffrer facilement ;
- huiler le coffrage.



Perçage pour l'ancrage de l'escalier dans le mur d'échiffre et principe de coffrage

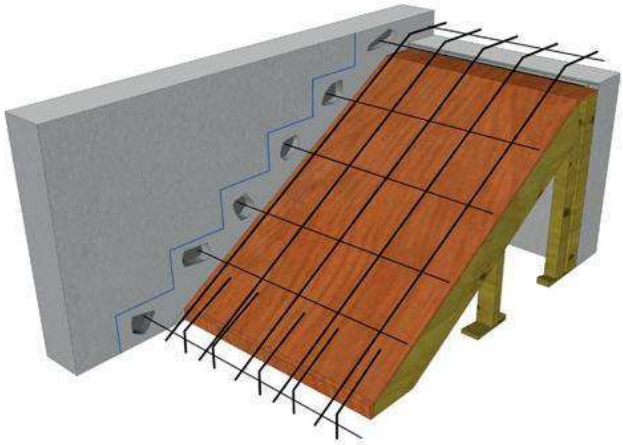


Réglage de niveau dans la pente

Attention, dans une pente, la prise de niveau entre deux points doit obligatoirement se faire d'équerre.

11.4.2 Armature de la paillasse

Replier les aciers d'attente de la dalle du niveau bas, s'ils ont été prévus, sinon percer et sceller des barres.
Placer 5 barres HA de 10 dans le sens longitudinal.
Croiser 6 barres HA de 8 en les faisant pénétrer dans les blocs du mur d'échi re.



Coffrage et armatures de la paillasse

11.4.3 Coffrage des contremarches

Choisir des planches de 4 cm d'épaisseur et de la longueur de l'emmarchement (1,40 m). En couper quatre à 16,66 cm de haut, une à 22,6 cm de haut pour la première marche et une à 11,6 cm pour la dernière marche, on a ainsi les contremarches [1]. La longueur théorique est de 1,40 m, prévoir les coupes 1 à 2 mm supérieures afin de forcer légèrement contre la joue de coffrage latérale.

Clouer des planches coupées en biseau [2] au dos de ces contremarches, à chaque extrémité, pour faire butée.

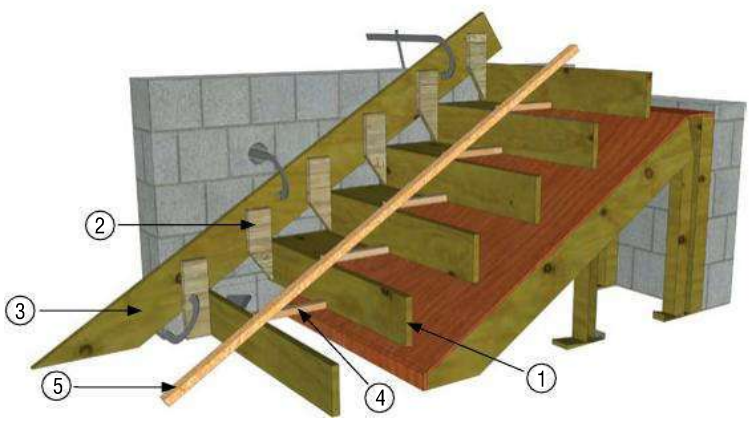
Une planche [3] est positionnée sur chaque mur d'échiffre pour accueillir ces butées et permettre leur réglage.

Commencer par la marche du bas : placer la contremarche, régler et clouer les butées de chaque côté.

Procéder de même pour les autres marches.

Placer les butons horizontaux [4], du haut de la contremarche inférieure au bas de la supérieure. Dans cet exemple, sur 1,40 m de large, un buton à l'axe suffit.

Placer les butons en biais [5] pour maintenir le haut des contremarches.



Coffrage sans les armatures

Détails des butons

11.5 Coulage

Le coulage se fait en montant, avec un béton dosé à 350 kg/m³ très peu mouillé. On remplit les marches de béton en vibrant régulièrement.

La hauteur du béton se règle une fois l'ensemble coulé. Toujours en commençant par le bas, on tire la règle sur les marches afin d'avoir un aspect propre et de niveau.

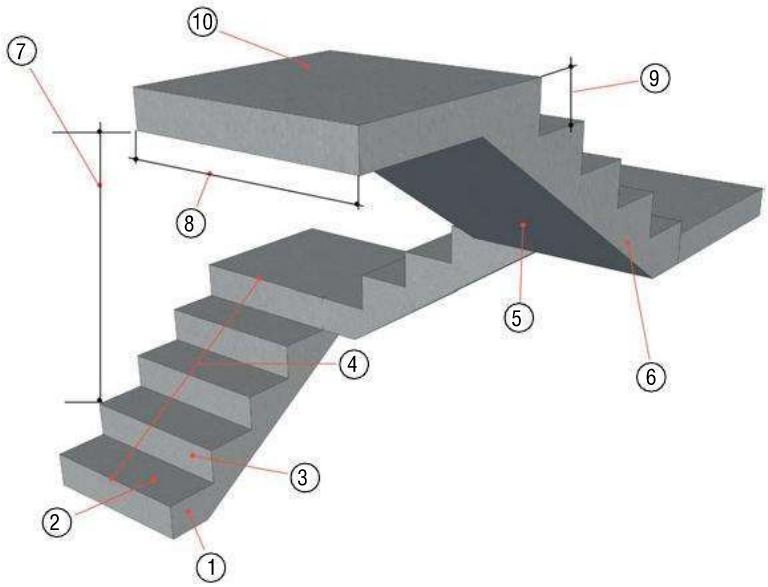
Si la finition est nette de décoffrage, on procède comme pour les seuils ou appuis de fenêtre avec la réalisation d'un lissage. Dans ce cas, il faut aussi arrondir les nez de marche à l'aide d'un fer à boudin.

Exercice

Escalier

Questions

1. D'après l'image ci-dessous, indiquer les numéros correspondant aux noms des différents éléments constituant un escalier.



___ - Limon
___ - Hauteur de marche
___ - Paillasse
___ - Marche de départ
___ - Giron
___ - Contremarche
___ - Échappée
___ - Palier
___ - Volée d'escalier
___ - Emmarchement

2. Donner la formule de Blondel (entourer la réponse).

$60 \leq 2g + h < 65$ $\quad 60 < 2h + g < 65$ $\quad 50 < 2g + h < 55$

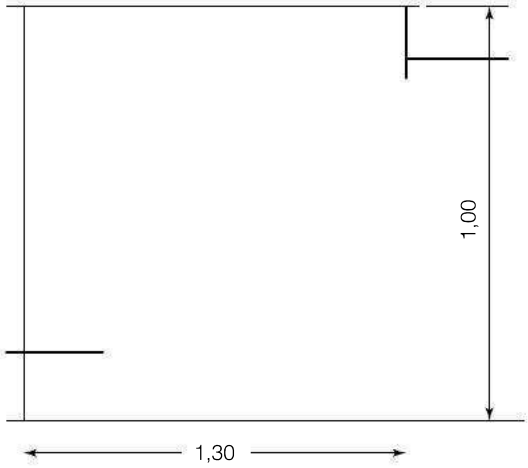
3. On doit réaliser un petit escalier pour franchir une hauteur de 1 m avec une longueur disponible de 1,30 m.

Combien de marches faudra-t-il et quelle sera la hauteur de ces marches ?

Quelle sera la longueur des girons ?

Que peut-on conclure de ce calcul d'escalier ?

4. Dessiner et coter cet escalier en cotes cumulées.



Réponses

1. Marche de départ : n° 1 ; giron : n° 2 ; contremarche : n° 3 ; volée d'escalier : n° 4 ; paillasse : n° 5 ; limon : n° 6 ; échappée : n° 7 ; emmarchement : n° 8 ; hauteur de marche : n° 9 ; palier : n° 10.

2. $60 < 2h + g < 65$

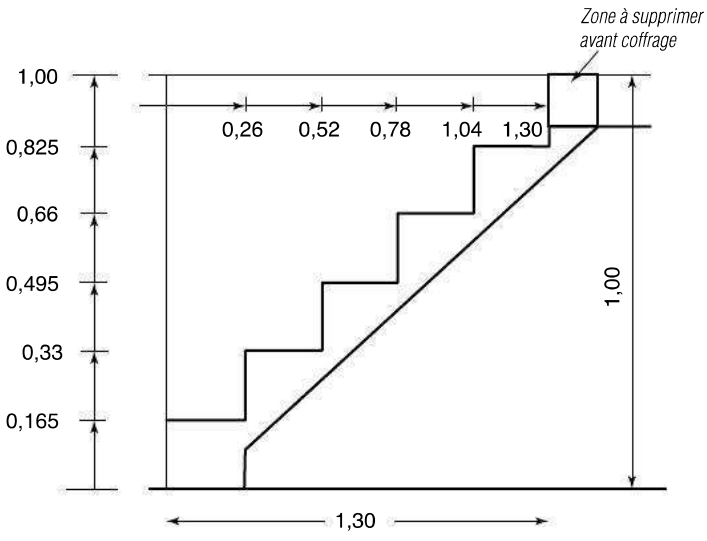
3. Nombre de marches : 100 cm / 16,5 cm = 6,06, soit 6 marches

Longueur de giron : 1,30 m / 5 = 0,26 m, soit 26 cm

On vérifie la relation de Blondel : (2 × 16,5) + 26 = 59 cm

Cet escalier n'est pas tout à fait conforme à la relation de Blondel ($60 < 2h + g < 65$*), il est un peu trop raide pour être confortable.*

4.



POUR EN SAVOIR PLUS

Escalier balancé

C'est un ouvrage difficile à réaliser. Il existe plusieurs manières de balancer un escalier, certaines sont très compliquées et peu pratiques.

Dans un escalier balancé, la ligne de foulée doit être correctement positionnée et le collet des marches (petit côté de la marche, là où le giron est le plus court) doit être progressif afin que la descente de l'escalier dans la partie tournante côté jour ne soit pas trop dangereuse.

On cherche aussi à éviter les jarrets disgracieux du profil de la paillasse (jarret : défaut de courbure ou de planéité de surface).

Il est donc conseillé de suivre les principes ci-dessous.

Ne pas hésiter à balancer plus de marches que prévu sur le plan d'architecte afin d'obtenir une meilleure progression des collets, ce qui entraîne la suppression des jarrets de la paillasse.

On présente ici la méthode la plus utilisée par les chefs de chantier : la méthode de la herse de balancement :

1. Tracer la cage d'escalier (figure 1).

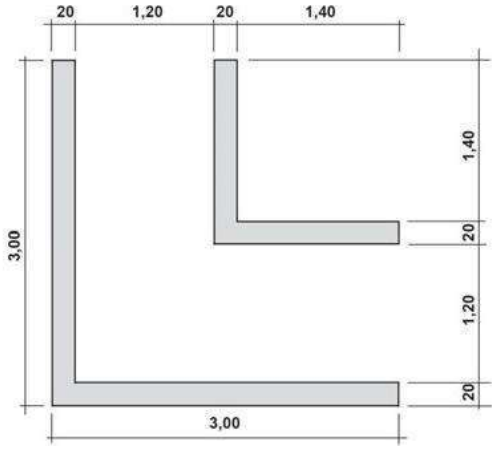


Figure 1

2. Placer une marche balancée à cheval sur l'axe de symétrie XY ou selon la diagonale du quartier tournant. Le giron dans cet exemple est de 0,265 m.

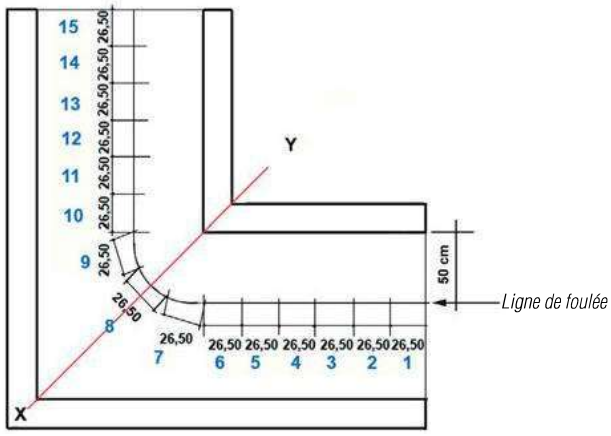


Figure 2

3. Reporter les girons sur la ligne de foulée (à 50 cm du jour), vers le haut et vers le bas, à partir de ce premier giron. On obtient ainsi un balancement symétrique (figure 2).

! ATTENTION

Ce procédé risque de déplacer légèrement les nez des marches de départ et d'arrivée prévus sur le plan initial : l'accord du maître d'œuvre est donc nécessaire.

4. À l'emplacement de l'escalier, sur une aire bien plane, taper au cordeau à tracer (ligne bleue) un triangle COG (figure 3) ayant pour dimensions :
   - OG = somme des girons des marches balancées jusqu'à l'axe XY, soit ici 4,5 girons de 26,5 cm (on décide de balancer 4 marches avant la n° 8 donc on compte les marches 4 à 7 + moitié de la marche 8) ;
   - OC = longueur disponible pour les collets des 4,5 marches (ici on a décidé de balancer 4 marches avant la marche n° 8, on en déduit donc la longueur de la ligne de collet sur le mur intérieur : longueur totale – (3 × 26,5) pour les marches 1 à 3).
5. Taper au cordeau les lignes C1, C2, C3, C4.
6. De O comme centre, tracer l'arc CC' ayant pour rayon OC et taper la ligne OC' = OC. Le faisceau de lignes obliques coupe OC' en segments a, b, c, d et e, dont on relève les valeurs : ce sont les collets successifs qu'il suffit de reporter sur l'épure (figure 5).

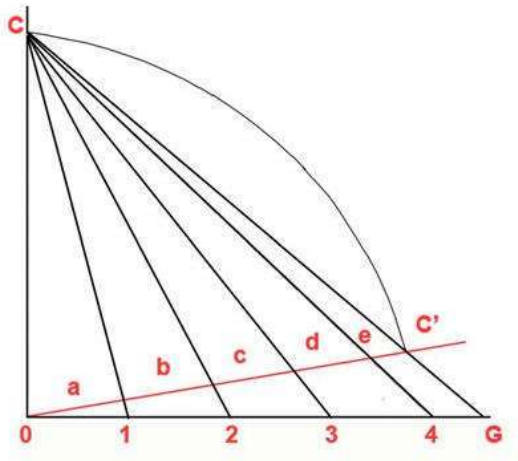


Figure 3

7. Réaliser une seconde herse pour la seconde série de marches balancées (de 7,5 à 11) (figure 4). GO' = longueur restante disponible. Ces valeurs correspondent aux cotes des collets à reporter sur la figure 5.

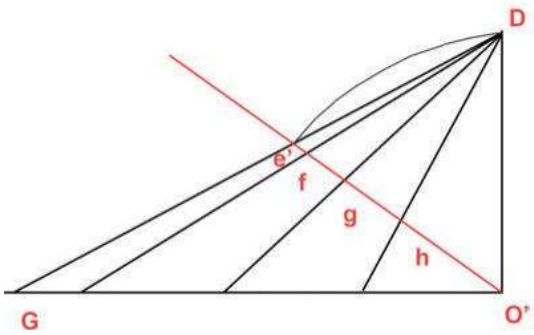


Figure 4

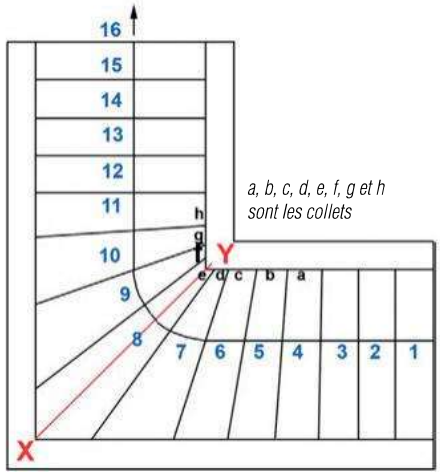


Figure 5

8. On dessine les marches balancées en les traçant du collet à la ligne de foulée.

9. Remonter sur les murs les contremarches à l'intérieur (figure 6) et à l'extérieur (figure 7). Tracer la paillasse (figures 6 et 7).

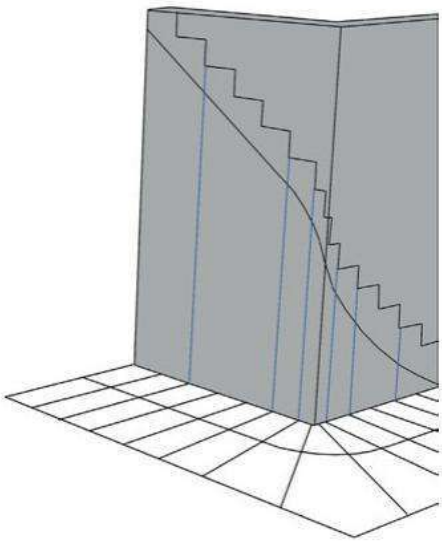


Figure 6

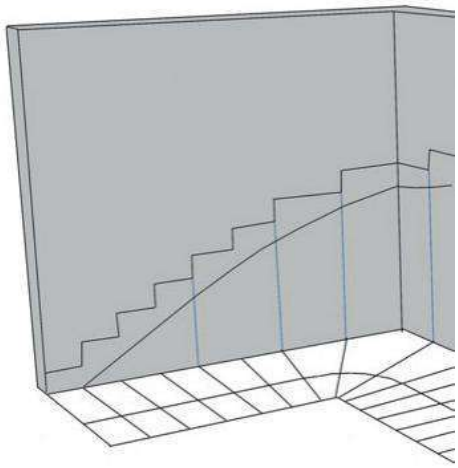
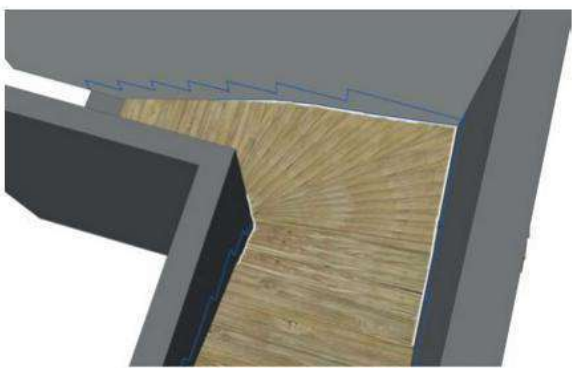


Figure 7

En général, l'équipe de coffreurs chargée de ce travail réalise successivement toutes les opérations : coffrage, armature, coulage, décoffrage.

On utilise le même mode opératoire que pour l'escalier droit :

- coffrage de la paillasse ;
- mise en place de l'armature ;
- coffrage des contremarches ;
- coulage du béton ;
- décoffrage une fois le béton durci.



Exemple de coffrage

Coffrage de la paillasse en planches dites en queue de billard avec une finition en plâtre qui recouvre le tout.

Exercice

Escalier balancé

Questions

Suite au courrier que votre patron a reçu (ci-dessous), vous êtes chargé de reprendre les travaux existants d'un escalier droit à deux volées avec un palier intermédiaire.

« Bonjour,

Au secours ! Mon maçon m'a laissé en plan. Il a fait mon escalier, mais rien ne va.

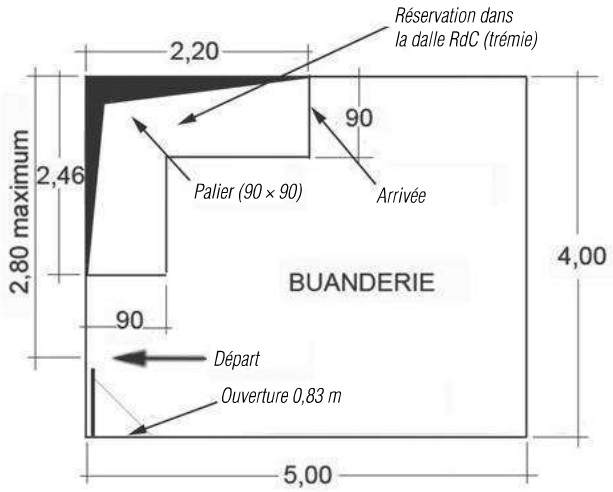
Les marches ne sont pas régulières (hauteurs différentes) et il n'a pas laissé suffisamment de hauteur entre le plafond et le dessus des marches. La porte ne s'ouvre pas entièrement : elle bute dans la première marche.

UNE CATASTROPHE !

Il m'a dit qu'il allait le démolir et le refaire, mais il ne revient plus et je ne peux plus le contacter. »

1. À l'aide du plan ci-dessous, proposer une solution pour la réfection de l'escalier qui respecte la relation de Blondel et préciser :

- *le nombre de marches ;*
- *la hauteur des marches ;*
- *la longueur des girons ;*
- *la hauteur de l'échappée.*

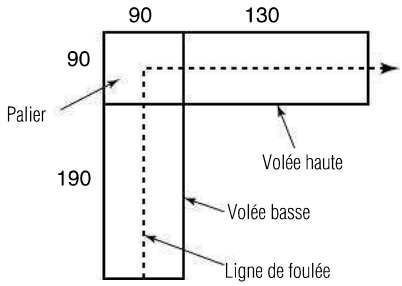


Hauteur entre sous-sol et RDC : 2,52 m fini
Dalle d'étage et revêtement : 25 cm d'épaisseur totale

2. Proposer au client la solution de l'escalier balancé en argumentant ce choix.

3. Calculer et tracer l'escalier balancé.

Réponses



Emprise de l'escalier droit avec palier intermédiaire (croquis sans échelle, cotes en cm)

1. On choisit une hauteur de marche de 17 cm, ce qui donne :

252 cm (hauteur à monter) / 17 cm = 14,8 hauteurs de marche, soit 15 hauteurs et 14 girons (13 girons sans le palier).

Hauteur réelle de la marche : 252 / 15 = 16,8 cm.

On calcule la longueur de ligne de foulée disponible (sans le palier) :

(280 cm – 90 cm) + (220 cm – 90 cm) = 320 cm

320 cm / 13 girons = 24,6 cm de longueur de giron

On vérifie la relation de Blondel :

(2 × 16,8) + 24,6 = 58,2 ce qui est < 60 donc le résultat n'est pas conforme

On recommence les calculs avec 14 hauteurs de marche :

252 cm / 14 hauteurs = 18 cm, hauteur réelle de marche avec 13 girons (12 girons sans le palier)
320 cm / 12 girons = 26,6 cm (longueur de giron de la marche)

On vérifie la relation de Blondel :

(2 × 18) + 26,6 = 62,6 et 60 < 62,66 < 65 donc le résultat est conforme.

L'escalier aura donc 12 marches de 18 cm de hauteur et de 26,6 cm de giron.

On vérifie pour la volée haute :

130 cm / 26,6 cm = 4,88 marches, soit 5 marches

Giron réel de la marche :

130 cm / 5 = 26 cm

On vérifie pour la volée basse :

12 marches – 5 marches (de la volée haute) = 7 marches 26 cm × 7 = 182 cm

La cote est inférieure à 190 cm, la porte pourra donc s'ouvrir. Vérification de l'échappée :

272 cm (longueur volée basse + palier) – 246 cm = 22 cm : la volée dépasse de 22 cm par rapport à l'aplomb de la trémie.

L'échappée se situe au niveau de la première marche :

252 – 18 (hauteur première marche) – 25 (épaisseur dalle et revêtement) = 209 cm (respecte la réglementation de 2 m minimum)

2. Un escalier avec des marches de 18 cm de haut à monter plusieurs fois par jour peut être fatigant, le palier de repos prend également beaucoup de place. L'escalier balancé est donc une solution qui peut permettre de diminuer la hauteur de marche et de réduire l'emprise de l'escalier.

3. Calcul et tracé de l'escalier balancé.

Pour faciliter la montée de l'escalier, on choisit une hauteur de 16,5 cm.

Calcul du nombre de marches :

252 cm / 16,5 cm = 15,27 marches, soit 15 marches

Calcul de la hauteur réelle des marches :

252 cm / 15 = 16,8 cm

On vérifie la formule de Blondel :

60 cm < (2 × 16,8 cm) + giron < 65

Soit 26,4 cm < giron < 31,4 cm

On choisit 26,5 cm de giron afin de limiter l'emprise.

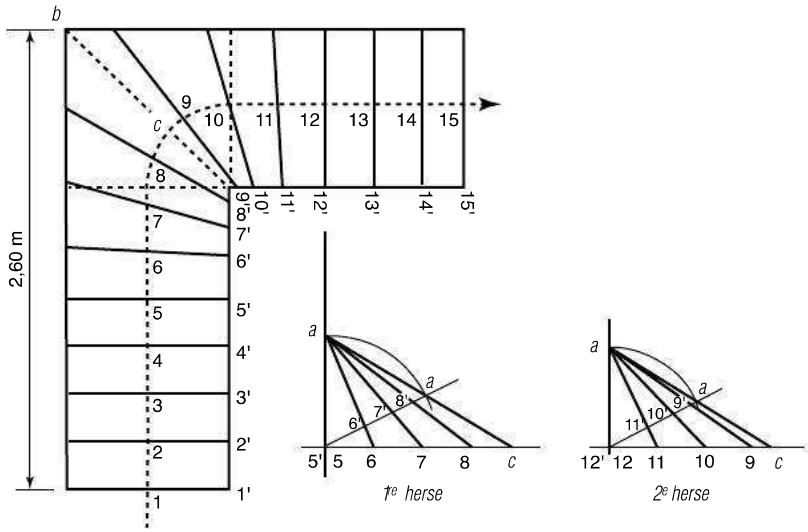
On calcule la longueur de la ligne de foulée :

1,90 m + [(2 × π × 0,45 m) / 4] + 1,30 m = 3,91 m

26,5 cm × 14 girons = 3,71 cm

L'escalier va démarrer 20 cm plus loin que l'emprise disponible.

Le dessin de l'escalier est le suivant :



Tracé de l'escalier balancé

Chapitre 12
Traitement des déchets

Élaborés par la FFB, ces pictogrammes sont téléchargeables sur le site www.dechets-chantier.ffbatiment.fr

En France, il existe trois types de décharges (également appelées CET : centres d'enfouissement technique) :

- les décharges de classe 1 (pour les déchets dangereux) ;
- les décharges de classe 2 (pour les déchets dits non dangereux) ;
- les décharges de classe 3 (pour les déchets inertes).

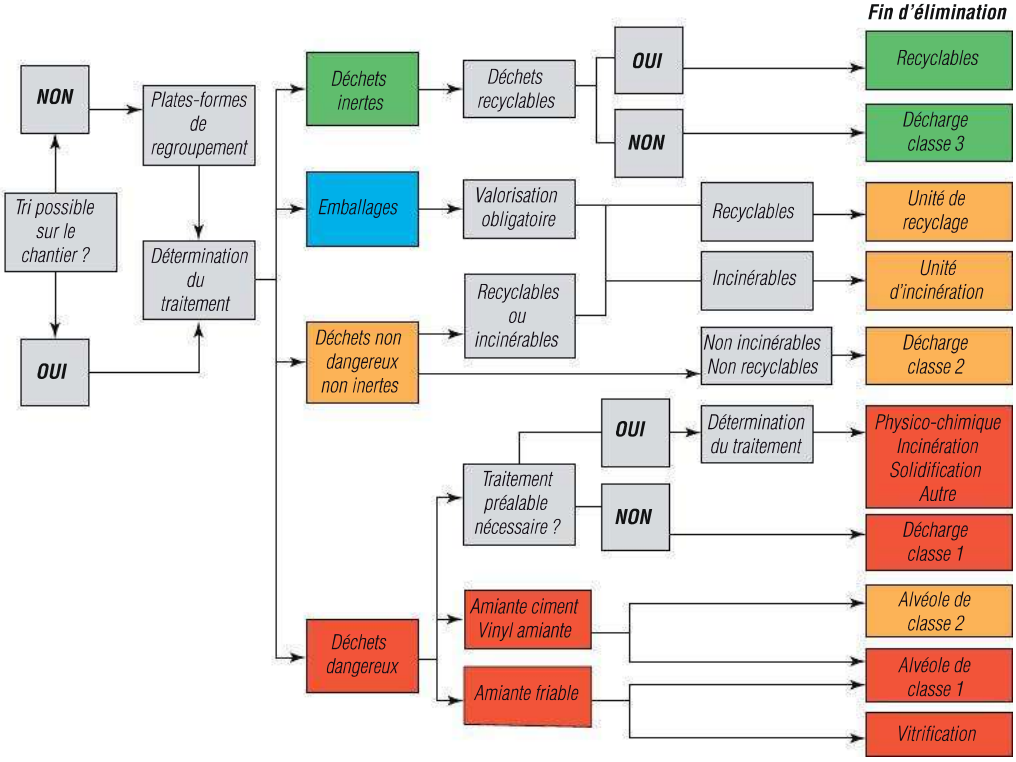
Les déchets se déclinent en quatre catégories :

- **les déchets inertes :** les gravats, la terre non polluée, le verre ;
- **les déchets non inertes et non dangereux :** le bois non traité, les déchets verts, les déchets non dangereux, les emballages, les papiers et cartons, les isolants, les métaux, les plastiques, les palettes, les peintures non

dangereuses, les cartouches non dangereuses, le plâtre et les plaques de plâtre, le polystyrène, la terre végétale, les EPI non pollués, les fenêtres et les moquettes ;

- **les déchets dangereux :** les cartouches dangereuses, les déchets dangereux, le bois traité, les huiles, les peintures dangereuses, les brosses et chiffons souillés, les emballages souillés, les produits amiantés ;
- **les déchets spécifiques :** les déchets électriques ou électroniques y compris les piles, les ampoules de lampes, les bouteilles de verre, les déchets alimentaires, les déchets d'ameublement.

Nous devons toujours favoriser le recyclage de ces déchets en les valorisant.



Valorisation du recyclage des déchets

POUR EN SAVOIR PLUS

Extraits de la charte HQE-Chantier vert

« Les chantiers verts ont pour but principal de gérer les nuisances environnementales engendrées par les différentes activités liées au chantier, leur objectif est de mieux identifier les enjeux liés aux questionnements environnementaux sur les chantiers et de mettre en évidence des solutions tant techniques qu'organisationnelles pour y répondre.

Pour un chantier de construction, réduire les nuisances environnementales répond à deux objectifs, selon deux échelles :

- Celle du chantier et de sa proximité. Il s'agit alors des nuisances ressenties par les usagers, extérieurs ou intérieurs au chantier : le personnel du chantier, les riverains, les occupants dans le cas de réhabilitation, les usagers de la voie publique. Ces nuisances sont par exemple le bruit, les salissures, les circulations, les stationnements.
- Celle de l'atteinte à l'environnement et à la population en général. L'objet est alors de préserver les ressources naturelles et de réduire l'impact des chantiers sur l'environnement. Cet objectif revêt une importance particulière au regard des nuisances provoquées par l'ensemble des chantiers de bâtiment, surtout en termes de déchets produits et pollutions induites. »[1]

On donne ci-dessous quelques extraits de cette charte de chantier HQE (haute qualité environnementale) se rapportant plus précisément à la gestion des déchets et à son environnement.

« Cette charte de chantier HQE, jointe au dossier de consultation des entreprises, constitue les objectifs contractuels de "chantier vert" dont les modalités d'application sont précisées lors de la préparation du chantier et formalisées dans un règlement qui sera annexé à la charte.

Article 1 : Définition des objectifs

Un chantier respectueux de l'environnement est le prolongement naturel des efforts de qualité environnementale mis en place lors de la conception d'un bâtiment. Tout chantier de construction génère des nuisances sur l'environnement proche. L'enjeu d'un chantier "vert" est de limiter ces nuisances au bénéfice des riverains, des ouvriers et de l'environnement. »[2]

L'article 10.1 concernant les eaux de lavage implique la mise en place de bacs de rétention pour le nettoyage des outils et bennes, mise en place de bacs de décantation des eaux de lavage des bennes à béton : après une nuit de décantation, l'eau claire est rejetée et le dépôt va dans la benne à gravats inertes.

L'article 11 concernant la gestion et la collecte sélective des déchets implique que le brûlage des déchets sur le chantier est interdit.

L'article 11.1 concernant la limitation des volumes et quantités de déchets précise :

« La production de déchets à la source peut être réduite :

- par le choix de systèmes constructifs (composants préfabriqués, calepinage…) générateurs de moins de déchets ;
- en préférant la production de béton hors du site ;
- en privilégiant la préfabrication en usine des aciers.

Les gravats de béton peuvent être réduits par une bonne préparation du chantier, des plans de réservation et des réunions de synthèse qui évitent les repiquages au marteau-piqueur après coup.

---

1 Extrait de la démarche des chantiers respectueux de l'environnement (www.chantiervert.fr).

2 www.chantiervert.fr/doc_utiles/charte.pdf

Les déchets de polystyrène doivent être supprimés par la réalisation des boîtes de réservation en d'autres matières.

Les chutes de bois sont limitées par la généralisation de coffrages métalliques et par le retour aux fournisseurs des palettes de livraison.

Les emballages sont contrôlés dès la passation des marchés avec les fournisseurs.

Les pertes et les chutes sont réduites par une optimisation des modes de conditionnement. »

De l'article 11.2 concernant les modalités de la collecte on déduit que :

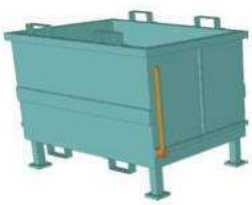
Suivant les besoins, l'organisation de la collecte pourra comporter au moins une aire centrale de stockage comprenant, selon la nature du chantier, les bennes suivantes :

- déchets industriels banals (DIB) : bois non traité, déchets verts, papier, carton, métaux, plâtre ;
- déchets inertes (DI) : béton, ciment, maçonnerie brique ;
- des *big bags* pour déchets industriels spéciaux solides et des *big bags* pour déchets industriels spéciaux liquides ;
- déchets industriels spéciaux (DIS) ou dangereux (DD) : benne avec couvercle obligatoire pour les déchets souillés.

Les déchets dits ménagers issus de la vie du chantier bénéficieront du tri courant opéré par la ville, à savoir séparation entre :

- déchets ordinaires ;
- verre ;
- emballages, papiers et cartons.

Capacités et dimensions de diverses bennes



Volume (L)	500	1 000	1 500	2 000
Charge (kg)	1 500	1 800	1 800	1 800
Face (mm)	1 354	1 354	1 744	1 744
Côté (mm)	970	970	1 178	1 178
Hauteur (mm)	792	1 322	1 222	1 537
Hauteur ouvert	1 555	2 085	2 185	2 500
Poids (kg)	140	177	218	246
Référence	GFO 05	GFO 10	GFO 15	GFO 20

Multi-usages : tout type d'industrie et déchets
Vidage par la base

Volume (L)	1 200	1 600	2 000
Charge (kg)	1 000	1 400	1 400
Face (mm)	1 168	1 498	1 828
Côté (mm)	1 460	1 460	1 460
Hauteur (mm)	1 557	1 557	1 557
Poids (kg)	241	271	302
Référence	GCL 12	GCL 16	GCL 20

Pour déchets volumineux
de densité moyenne

Mise en place de *big-bags* sur des bacs de rétention
pour le nettopyage des outils.
Charge maximale : 1 500 kg

Traitement des eaux de lavage nécessaire

Dimensions intérieures	Poids en kg
3 660 × 1 750 × 100	460
3 660 × 1 750 × 1 380	610
3 660 × 1 750 × 1 480	680
3 660 × 1 750 × 1 580	720
3 660 × 1 750 × 1 680	830
3 660 × 1 750 × 1 780	860

Multibenne (selon NF R 17.106)

Capacité (l)	Charge (kg)	Charge (s)	Sens de roulage	A	B	C	I	D	K	F	Poids (kg)	Réf. peint
1 280	1 500	Socle		1 120	950	1 370	1 150	1 430	2 250	700	240	Fap13000
1 280	1 200	150	fr	1 120	950	1 370	1 150	1 520	2 250	700	250	Fap13151
2 570	2 000	Socle		1 120	950	2 520	2 300	1 430	2 250	700	380	Fap25000
2 570	1 800	160	la	1 120	950	2 520	2 300	1 530	2 250	700	395	Fap25161

Benne à fond ouvrant avec couvercle

Ordre de grandeur de la production de déchets sur chantier

Le tableau et les données ci-dessous donnent des valeurs indicatives sur les quantités moyennes de déchets sur chantier de 500 m^2.

Tableau des quantités de déchets par type de bâtiment

Déchets	Production (en kg/m^2)	Masse volumique du déchet (en kg/m^3)
Mélange : béton/gravats	Tout type de bâtiment : 14	2 000
Métaux (encombrants)	Collectif : 0,5 Individuel : 0,05	7 900
Bois non traités (encombrants)	Tout type de bâtiment : 1,5	700
PVC, polystyrène, palettes	Collectif : 4,5 Individuel : 7	1 400
Plâtre, doublage	Tout type de bâtiment : 1,8	1 200
Cartons (encombrants)	Tout type de bâtiment : 0,3	300
Emballages souillés	Tout type de bâtiment : 0,15	400

Consommation moyenne quotidienne en BPE : 25 m^3.

Consommation moyenne en acier par niveau : 5 tonnes.

Consommation moyenne en bois par niveau : 25 tonnes.

Pertes quotidiennes estimées (déchets) :

- BPE : 0,6 % ;
- bois : 3 %.

Exercice

Traitement des déchets d'un chantier

Sur un chantier de bâtiment collectif, le délai de réalisation du rez-de-chaussée est de 30 jours, la surface du rez-de-chaussée est de 500 m^2.

Les informations suivantes sont relatives à ce chantier.

Tableau des quantités de déchets par type de bâtiment

Déchets	Production (en kg/m^2)	Masse volumique du déchet (en kg/m^3)
Mélange : béton/gravats	Tout type de bâtiment : 14	2 000
Métaux (encombrants)	Collectif : 0,5 Individuel : 0,05	7 900
Bois non traités (encombrants)	Tout type de bâtiment : 1,5	700
PVC, polystyrène, palettes	Collectif : 4,5 Individuel : 7	1 400
Plâtre, doublage	Tout type de bâtiment : 1,8	1 200
Cartons (encombrants)	Tout type de bâtiment : 0,3	300
Emballages souillés	Tout type de bâtiment : 0,15	400

Consommation moyenne quotidienne en BPE : 25 m^3 (on prendra ici comme masse volumique du béton frais : 2 200 kg/m^3).

Consommation moyenne en acier par niveau : 5 tonnes.

Consommation moyenne en bois par niveau : 25 tonnes.

Pertes quotidiennes estimées (déchets) :

- *BPE : 0,6 % ;*
- *bois : 3 %.*

En s'aidant des informations ci-dessus et des capacités des différentes bennes, répondre aux questions suivantes.

Questions

1. Lister les déchets générés pour le niveau RDC, en précisant leur type (DI, DIB…).

2. Quantifier, pour le niveau RDC, les masses de déchets générés.

3. Calculer le volume de ces déchets.

4. Déterminer les caractéristiques des sept bennes sachant qu'il est prévu un enlèvement une fois le niveau terminé (30 jours). Les bennes seront sur pieds ou socle.

5. Calculer la quantité quotidienne de pertes (déchets) de BPE à mettre dans les big bags

6. Déterminer le nombre de big bags *à prévoir pour ce niveau.*

Réponses

1, 2, 3 et 4.

	Questions 1 et 2		Question 3	Question 4				
Déchets	Type	Masse totale en kg	Volume	Réf. Benne	Dimensions			Volume en litres
					Long.	Larg.	Haut.	
Cartons (encombrants)	DIB	150	0,500	GCL12	1 168	1 460	1 557	1 200
Béton, gravats	DI	7 000	3,180	Multibenne	3 660	1 750	1 000	5 000
Métaux (encombrants)	DIB	250	0,032	GCL12	1 168	1 460	1 557	1 200
Bois non traités (encombrants)	DIB	750	1,071	GCL12	1 168	1 460	1 557	1 200
Mélange : PVC, polystyrène, palette	DIB	2 250	1,607	GF020	1 744	1 178	2 500	2 000
Plâtre, cloisons de doublage	DIB	900	0,750	GF010	1 354	970	1 322	1 000
Emballages souillés	DD	75	0,187	FAP1300	1 370	1 120	1 430	1 280

5. Volume quotidien de déchets de BPE à verser dans le big bag *pour décantation :*

$25 \times 0{,}6\ \% = 0{,}150\ m^3$

Charge maximale d'utilisation d'un big bag *: 1 500 kg*

Masse quotidienne de déchets de BPE versée dans le big bag *pour décantation : 2 200 × 0,150 = 330 kg*

Nombre de jours pour remplir un big bag *(arrondi à l'entier inférieur) : 1 500 / 330 = 4,55 soit 4 jours*

6. Nombre de big bags *à prévoir lors de la réalisation du rez-de-chaussée (arrondi à l'entier supérieur) :*

30 / 4,5 = 6,66 soit 7 big bags

Chapitre 13
Planning

13.1 Intérêt de la planification

Le planning est un outil indispensable qui permet d'organiser les di érentes tâches dans le temps. Simple et clair, d'un niveau de précision adapté aux besoins réels du chantier, il permet de juger d'un seul coup d'œil de l'avancement des tâches et de l'a ectation satisfaisante ou non des moyens.

Le planning n'est donc pas une formalité inscrite dans l'habitude, mais un **outil** puissant qui aide à **prévoir** et à **anticiper**, a n de **respecter les engagements pris avec le client, d'identifier les retards ou de mesurer l'avancement**.

Le planning est le système nerveux du chantier. Sans celui-ci, rien ne fonctionnerait comme prévu. Il ordonnance l'intervention des entreprises et permet d'anticiper la date de n des travaux.

Il est primordial de soigner ce document car toute erreur sera forcément suivie d'un impact nancier.

13.1.1 Acteurs du chantier et planification

Le planning est sûrement un des seuls documents de chantier qui concerne absolument tout le monde, du client à l'entreprise, et ce à tous les niveaux de responsabilité. Chaque intervenant a besoin de connaître à l'avance et aussi précisément que possible le déroulement du chantier, car celui-ci a de grandes répercussions nancières.

Côté maître d'ouvrage, il conditionne les déblocages de fonds auprès de la banque et donc le montant des intérêts intercalaires. Si les biens sont destinés à la revente, les acquéreurs sont également liés à leur banque de par ce planning.

Côté maîtrise d'œuvre, ce document sert de « partition » pour organiser l'intervention de chaque entreprise. Il sert également de référence pour évaluer le retard des entreprises et leur imputer d'éventuelles indemnités.

Côté entreprise, il est, dans un premier temps, indispensable pour chi rer les frais de chantier (matériel, bungalows, grue, chef de chantier, etc.) et, de ce fait, essentiel pour remettre une o re de prix cohérente. En exécution, il conditionne les dates d'a ectation des ouvriers et donc le nombre d'heures consommées pour l'opération. Il permet de plani er l'organisation des autres entreprises et sous-traitants, les locations de matériel, etc.

Le planning doit être assez détaillé pour que l'ensemble des prestations soient visibles. Si, dans un premier temps, il est judicieux d'utiliser le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) comme base pour établir le planning, on s'apercevra rapidement que certains postes du CCTP sont trop généraux et que les travaux correspondants s'e ectuent en plusieurs phases. On crée alors une décomposition de ces postes.

13.1.2 Durée des tâches

Pour évaluer la durée des tâches prescrites, on utilise dans un premier temps le devis quantitatif estimatif (DQE) qui quanti e l'ensemble des ouvrages à la charge de l'entreprise. Au moyen des cadences habituelles de l'entreprise, on en déduit une durée et on l'applique à la tâche.

Tout comme pour le CCTP, la décomposition de certains postes s'avère insu sante. On établit alors des métrés pour ces postes-là et on applique ainsi la durée correcte aux tâches concernées.

13.1.3 Liaisons de tâches

ATTENTION

Les liaisons de tâches doivent absolument être logiques ! Il doit exister un lien concret entre deux postes (fin d'une dalle pour attaquer les voiles du dessus, par exemple).

Le planning va évoluer : si des liaisons sont en trop ou d'autres manquantes, c'est la logique même du planning qui va être remise en cause ! Aussi il ne faut pas hésiter à cumuler plusieurs liaisons si cela est nécessaire.

Avant toute di usion, on véri e parfaitement la cohérence des enchaînements de tâches. Une incohérence à ce niveau-là fait perdre toute crédibilité.

13.1.4 Temps de travail

Le temps de travail doit être con guré dans le logiciel de plani cation après mûre ré exion. Le chantier travaille-t-il 5 ou bien 6 jours par semaine ? Combien d'heures par jour ? Un chantier qui travaille 5 jours alors que le planning était prévu sur 6 jours aura 20 % de retard !

Les pièges qu'il faut absolument éviter sont les jours fériés, les congés (bien véri er que les jours fériés sont chômés dans le logiciel et bien inscrire les congés).

13.2 Types de plannings

Il existe plusieurs types de planning :

- Planning marché : il est établi par le client ; il est contractuel.
- Planning objectifs : il est établi par le responsable du chantier, qui s'engage à le respecter.
- Planning client : issu du planning objectifs, il est transmis au client et tient compte des di érents aléas.
- Planning homme/jour : issu du planning objectifs, il dé nit la main-d'œuvre a ectée à chaque tâche.
- Plannings détaillés : ce sont des sous-plannings établis à la semaine ou à la quinzaine permettant d'organiser au mieux le chantier.

Il existe d'autres types de plannings comme :

- le planning matériel ;
- le planning matériaux ;
- le planning main-d'œuvre.

Quel que soit le type de planning, l'objectif pour les entreprises est de répondre à cinq impératifs :

- **prévoir** (établir un programme) ;
- **organiser** (mettre en place les moyens pour e ectuer les travaux) ;
- **commander** (déclencher l'exécution des phases travaux, évaluer les enchaînements) ;
- **coordonner** (relier les phases de réalisation) ;
- **contrôler** (véri er, établir des bilans de main-d'œuvre, de matériaux).

13.2.1 Méthodologie

				PLANNING GROS ŒUVRE					TOTAL HEURES					moyenne				/ jour
TÂCHES		Qté	H /T	1	Semaine 1				Semaine 2					Semaine 3				
N°	2	3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Implantation	1U	10,00 h		4													

Pour remplir le planning, il faut effectuer les tâches suivantes :

- Informer l'axe horizontal des temps : les dates, le délai global, les délais partiels du client.
- Choisir l'unité de temps 1 (mois, semaine, jour, heure).
- Informer la colonne tâches [2] avec les tâches les plus représentatives du chantier (décomposition des travaux en 50 tâches maximum).
- Informer la colonne quantités [3] à partir du métré ou du nombre d'heures.
- Dessiner les barres du planning [4] :
  - à la suite les unes des autres en réfléchissant aux liens entre les barres ;
  - avec une durée égale à la quantité à réaliser divisée par la cadence.

Il faut relire plusieurs fois le planning afin de vérifier :

- la durée des tâches ;
- les liens entre les tâches ;
- les superpositions de tâches ;
- le respect des documents de référence.

13.2.2 Terminologie

13.2.2.1 Temps unitaire

Le temps unitaire correspond au nombre d'heures nécessaires à la réalisation d'une unité de mesure d'un travail (en nombre d'heures par unité de longueur, de surface ou de volume ou encore par unité réalisée, exemple d'unité : coffrage d'une porte standard).

Exemples :

- 2 heures/m ;
- 1 heure/m^2 ;
- 1,5 heure/m^3 ;
- 4 heures/unité.

Une appellation souvent employée est le « ratio ».

13.2.2.2 Cadence

C'est le rythme. Elle équivaut à la quantité de travail effectuée pendant une journée (en unité de longueur, de surface ou de volume par jour).

Exemples :

- 15 m/jour ;
- 80 m^2/jour ;
- 200 m^3/jour.

13.2.2.3 Cycle

Un cycle est une succession de tâches identiques et de même durée (par exemple : éléments verticaux ou horizontaux des différents niveaux d'un bâtiment).

Par extension, c'est aussi le nom du document détaillant les travaux à réaliser pour accomplir la tâche du cycle.

13.2.2.4 Taux horaire moyen

Pour établir ce taux, il faut prendre en compte les éléments suivants :

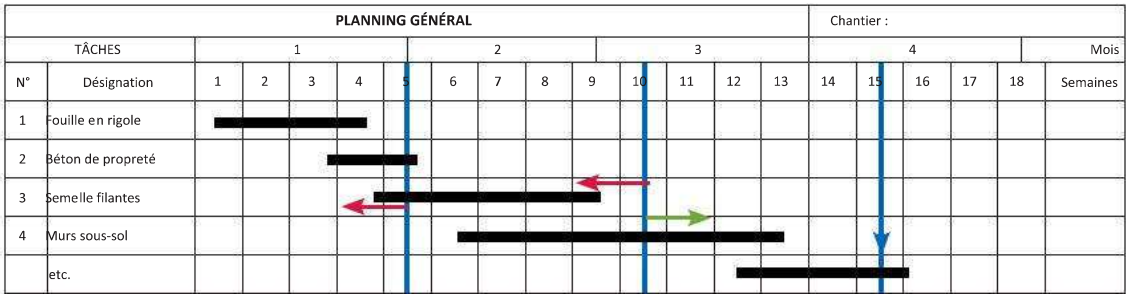
- les taux horaires de base des ouvriers ;
- les différentes qualifications sur le chantier ;
- le nombre d'ouvriers par qualification ;
- les heures supplémentaires éventuelles ;
- les charges sociales patronales sur les salaires ;
- les coefficients de facturation des sociétés intérimaires ;
- le régime de déplacement des ouvriers ;
- le nombre d'ouvriers par type de déplacement (zone, petit ou grand déplacement, déplacement chargé ou non).

13.2.3 Avancement du chantier

À la date du jour, on trace une ligne verticale vers le bas.

Pour chaque tâche, il convient de se positionner proportionnellement à son avancement. Ainsi, on peut visualiser les tâches pour lesquelles le chantier est en avance (on marque d'un crochet vers la droite) ou en retard (on marque d'un crochet vers la gauche).

En répétant l'opération à intervalles réguliers, toujours sur le même support, on peut voir si le retard se stabilise, augmente ou se réduit.



13.3 Notions de temps

Dans les métiers du bâtiment, la prise en compte des temps (de fabrication, d'exécution, etc.) est nécessaire pour aboutir à des solutions raisonnables, équivalentes et rentables, sinon :

- comment ordonner le travail d'une manière optimale, la fabrication, l'approvisionnement au meilleur moment ? etc.
- comment planifier économiquement le travail sans avoir préalablement calculé les délais, basés eux-mêmes sur la connaissance sérieuse du temps ?
- comment proposer au service commercial et technique, pour son client, un devis qui soit compétitif, sans avoir une connaissance parfaite des temps d'exécution ?
- comment déterminer le coût d'une production et pratiquer les méthodes de gestion budgétaire si l'on ne possède pas de renseignements précis sur les temps de production ?
- comment, enfin, assurer une juste rémunération du personnel sans enregistrer les temps d'exécution ?

13.3.1 Moyens

Les moyens qui permettent de déterminer les temps sont nombreux, ils diffèrent par les critères employés pour les définir ainsi que par leur degré de précision.

Le moyen le plus répandu dans le bâtiment et les travaux publics est l'utilisation des temps unitaires, qui correspondent à des valeurs de temps liées à des valeurs quantitatives de matériel ou de matériaux (**m**, $\mathbf{m}^2$, $\mathbf{m}^3$, kg).

Les temps unitaires sont directement issus des relevés de pointage des chantiers passés de l'entreprise. Ces temps sont pondérés, voire corrigés, pour l'étude des futurs chantiers.

Une autre méthode consiste en la considération du temps « équipe », lequel correspond mieux au suivi du chantier et à son organisation. Cette méthode nécessite une bonne connaissance et une stabilité des équipes en place sur le chantier.

13.3.2 Temps d'exécution

13.3.2.1 Temps utile

C'est le temps réellement nécessaire pour mener à bien le chantier, autrement dit le besoin réel de main-d'œuvre.

Il sert à déterminer les prévisions de durée (planification). Il comprend le temps unitaire (TU), les temps improductifs (TI), les temps passés au service général du chantier (T.sg) et les absences (Abs) légales, conventionnelles ou fortuites.

Temps utile = Temps unitaire (TU) + (TI + T.sg + Abs.).

13.3.2.2 Temps unitaire (productif)

C'est le temps affectable sans ambiguïté à l'exécution d'un ouvrage élémentaire donné.

Il sert au calcul du prix de vente (PV) unitaire HT. Il comprend le temps passé à l'exécution et les pertes normales de temps.

Temps unitaire = Temps d'exécution + Pertes normales de temps.

Les valeurs de TU correspondent à des durées de travail d'un ouvrier moyen pour réaliser à lui seul une unité d'ouvrage. Le TU est exprimé en heures ou fraction décimale d'heure.

(Exemple : une équipe de 3 ouvriers coffre 100 m² en 8 h soit 36 h de travail pour 100 m² soit TU 0,36 m²/h.)

Le TU permet :

- le calcul du temps de main-d'œuvre pour chaque nature d'ouvrage ;
- le calcul du temps d'exécution pour une équipe donnée.

13.3.2.3 Rendement (R)

Le rendement est la quantité d'ouvrage réalisée en une durée donnée, en général une heure ou une journée. R et TU sont, par définition, inverses l'un de l'autre.

Le rendement est plus utilisé pour définir les possibilités de travail ou de production d'un engin ou d'un matériel. Le rendement permet le calcul de la durée d'emploi d'un matériel :

Durée = Quantité à réaliser / Rendement

13.3.3 Temps total prévisionnel de main-d'œuvre

13.3.3.1 Composition des équipes

La composition d'une équipe est définie en fonction de la qualification du personnel nécessaire pour réaliser la partie d'ouvrage étudiée.

Pour obtenir un bon rendement dans le travail, l'équipe devra être composée de trois ou quatre ouvriers (à adapter suivant le type de chantier et la tâche considérée).

La composition des équipes (la détermination du nombre d'ouvriers) est étroitement liée au délai.

Il est souvent nécessaire de poser des hypothèses ou de faire des choix sur le délai ou le nombre d'ouvriers :

Quantité à réaliser × TU = besoin en MO = effectif × horaire jour × durée

Exemple : 100 m³ × 4 h/m³ = 400 h = 5 hommes × 8 h/j × 10 jours

TU = 1/rendement ou rendement = 1/TU

$$\text{Nombre d'ouvriers} = \frac{\text{Temps total de main-d'œuvre en heures}}{\text{Heures de travail par jour} \times \text{Durée retenue en jours de travail}}$$

13.3.3.2 Exemples

▶ Exemple 1

On dispose de 9 jours pour réaliser le coffrage suivant. La journée de travail est de 8 h.

N° ordre	Nature de l'ouvrage	Quantité à réaliser	Temps unitaires (H)	Temps total par nature d'ouvrage (H)
1	Coffrage normal avec banches	100 m²	1,10 h/m²	110
2	Coffrage courbe avec banches	100 m²	2,50 h/m²	250
	Temps total de MO			360 h

$$\text{Nombre d'ouvriers} = \frac{360}{8 \times 9} = 5 \text{ ouvriers}$$

Exemple 2

PLANNING HEBDOMADAIRE SEMAINE N°1

N°	TÂCHES		LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
	Terrassement	2,5 j	Sous-traitant				
	Suivi terrassement	7,25 h		3,90 h	3,35 h		
	Installation chantier	70,20 h	23,40 h	11,70 h	7,80 h	15,60 h	11,70 h
	Implantation	15,60 h	7,80 h	7,80 h			
	Fondations	39,00 h		7,80 h	20,05 h	11,15 h	
	Poutres préfa	35,00 h	Sur 3 jours			4,45 h	14,50 h
	Poteaux	20,00 h	Sur 4 jours				5,00 h
HEURES JOURNALIÈRES			31,20 h	31,20 h	31,20 h	31,20 h	31,20 h
4 ouvriers à 7,80 h = 31,20 h			TOTAL HEURES HEBDOMADAIRES			31,20 x 5 jours =	**156,00 h**

À partir du planning ci-dessus, on procède aux calculs suivants :

Calcul du nombre d'heures de la première semaine

Suivi terrassement (7,25) + installation (70,20) + implantation (15,60) + fondation (39,00) + poutres préfa (35/3 = 11,67) + poteaux (20,00/4 = 5,00) = 148,72 heures si on prévoit 1 jour pour les poutres et 1 jour pour les poteaux durant cette première semaine.

Calcul d'heures journalières

148,72 / 5 jours = 29,74 h.

Calcul de la main-d'œuvre en nombre

29,74 / 7,80 h/jour = 3,8 soit 4 ouvriers.

4 × 7,80 = 31,20 h/semaine.

Calcul journalier de la première semaine suivant impératifs et urgence du chantier

1er jour

Implantation : 2 jours prévus, soit 15,60 / 2 =	7,80 h
Installation de chantier : reste pour la journée 31,20 – 7,8 (implantation) =	23,40 h
TOTAL	31,20 h

2e jour

Suivi des engins : 7,25 h prévues sur 2 jours soit 7,25/2 =	3,90 h
Implantation : 15,60 h – 7,80 (fait le 1er jour) =	7,80 h
Fondation, fond de fouilles : 1 ouvrier à 7,80 h	7,80 h
Installation chantier : reste pour la journée 31,20 – 7,8 – 7,8-3,9 =	11,70 h
TOTAL	31,20 h

3e jour

Suivi des engins : 7,25 – 3,90 (fait le 1er jour) =		3,35 h
Installation grue : 1 ouvrier à 7,80 h		7,80 h
Fondations : reste pour la journée 31,20 – 3,35 – 7,8 =		20,05 h
	TOTAL	31,20 h

4e jour

Installation chantier : 2 ouvriers		15,60 h
Fondations : 39,00 prévues – 7,8 – 20,05 reste		11,15 h
Poutres préfa : reste pour la journée 31,20 – 15,60 – 11,15 =		4,45 h
	TOTAL	31,20 h

5e jour

Installation chantier : reste		11,70 h
Poteau : 20 h / 4 jours = 5 h/jour		5,00 h
Poutres préfa : reste pour la journée 31,20 – 11,70 – 5,00 =		14,50 h
	TOTAL	31,20 h

Exercice

Planning

Questions

On doit réaliser un chantier de dallage.

1. À l'aide du quantitatif et des temps unitaires donnés, remplir le tableau ci-dessous en donnant les temps pour chaque tâche, le total des heures et le nombre d'ouvriers nécessaires pour réaliser ce dallage en une seule journée.

R : rendement pose des bordures 5 ml/h. R = 1/TU ; TU = 1/R.

DÉSIGNATION	QUANTITÉ	TPS U	TPS TOTAL
Implantation traçage	1 U	1 H/U	1 H
Préparation de la forme, y compris géotextile	14,500 m	0,35 h/m^3	
Décapage bitume	51 m^2	0,05 h/m^2	
Béton du dallage, y compris ferraillage	51 m	0,40 h/m^2	
Pose des bordures, y compris blocage	15,60 ml	1 : 5 = 0,20h	
Terrassement	23 m^3	0,05 h/m^3	
Béton de bordure dosé à 200 kg/m	0,250 m^3	1,00 h/m^3	
Repli matériel	1 U	2,45 h/U	
Total d'heures			
Nombre d'ouvriers			

2. Le nombre d'ouvriers est de 4. Combien d'heures supplémentaires par ouvrier sera-t-il nécessaire d'effectuer ? (Un ouvrier travaille 8 heures par jour.)

3. Remplissez le planning journalier ci-dessous.

Désignation	Quantité	8 à 9	9 à 10	10 à 11	11 à 12	13 à 14	14 à 15	15 à 16	16 à 17	17 à 18
Implantation traçage	1 h									
Décapage bitume	2,55 h									
Terrassement	1,15 h									
Béton de bordures dosé à 200 kg/m³	0,25 h									
Pose des bordures, y compris blocage	3,12 h									
Préparation forme y compris géotextile	5,08 h									
Béton dallage y compris ferraillage	20,40 h									
Repli matériel / 5	2,45 h									
Total d'heures 36 h		4	4	4	4	4	4	4	4	4

Réponses

1.

DÉSIGNATION	QUANTITÉ	TPS U	TPS TOTAL
Implantation traçage	1 U	1 h/U	1 h
Préparation de la forme, y compris géotextile	14,500 m³	0,35 h/m³	5,08 h
Décapage bitume	51 m²	0,05 h/m²	2,55 h
Béton du dallage, y compris ferraillage	51 m²	0,40 h/m²	20,40 h
Pose des bordures, y compris blocage	15,60 ml	1 : 5 = 0,20h	3,12 h
Terrassement	23 m³	0,05 h/m³	1,15 h
Béton de bordure dosé à 200 kg/m³	0,250 m³	1,00 h/m³	0,25 h
Repli matériel	1 U	2,45 h/U	2,45 h
Total d'heures			36,00 h
Nombre d'ouvriers 36 : 8 = 4,5 ouvriers, soit 4 ou 5 ouvriers			

2. Nombre d'heures supplémentaires par ouvrier :

4 ouvriers × 8 h/jour = 32 h

36 h – 32 h = 4 heures supplémentaires

4 h / 4 ouvriers = 1 heure supplémentaire par ouvrier

3.

Désignation	Quantité	8 à 9	9 à 10	10 à 11	11 à 12	13 à 14	14 à 15	15 à 16	16 à 17	17 à 18
Implantation traçage	1 h	1								
Décapage bitume	2,55 h	2,55								
Terrassement	1,15 h	0,45	0,70							
Béton de bordures dosé à 200 kg/m³	0,25 h		0,25							
Pose des bordures, y compris blocage	3,12 h		3,05	0,07						
Préparation forme y compris géotextile	5,08 h			3,93	1,15					
Béton dallage y compris ferraillage	20,40 h				2,85	4	4	4	4	1,55
Repli matériel / 5	2,45 h									
Total d'heures 36 h		4	4	4	4	4	4	4	4	4

CHAPITRE 14
Chef d'équipe

Le chef d'équipe gros œuvre réalise, avec une équipe qu'il dirige, tous les travaux de maçonnerie ou de béton armé d'un projet de bâtiment.

Il intervient à tous les stades de la réalisation des travaux du gros œuvre, sous l'autorité d'un conducteur de travaux et d'un chef de chantier.

Il assure l'organisation des postes de travail, la production et le suivi des travaux du chantier con és à l'équipe, dans le respect :

- des règles d'exécution ;
- de la qualité et de la conformité des ouvrages ;
- des délais ;
- des consignes de sécurité (individuelle ou collective) et de l'environnement. Il anime et gère les relations au sein de son équipe.

14.1 Savoir-être

Le chef d'équipe doit savoir mener des hommes en sachant faire passer des messages, communiquer et transmettre les directives tout en entretenant un bon climat dans l'équipe. Il doit gérer les situations à risque suivant le caractère de chacun de ses subalternes.

14.1.1 Missions du responsable d'équipe

En tant que responsable, le chef d'équipe doit faire preuve des compétences suivantes :

- Communiquer avec son équipe :
  - faire passer des messages clairs et constructifs ;
  - gérer les échanges en face à face.
- Motiver son équipe :
  - créer et entretenir un bon climat dans l'équipe ;
  - développer la motivation des personnes et de l'équipe ;
  - féliciter ;
  - faire circuler l'information ;
  - organiser et animer des réunions d'équipe.
- Organiser pour manager :
  - transmettre des directives ;
  - gérer les priorités de travail ;
  - dé nir des objectifs pour l'équipe et les faire partager ;
  - xer les règles du jeu.

- Accompagner les personnes :
  - accueillir et intégrer un nouveau collaborateur ;
  - faire le suivi d'un travail ;
  - apporter son soutien ;
  - donner un retour sur un comportement.
- Gérer les situations à risque :
  - traiter diplomatiquement les contradictions ;
  - résoudre les situations critiques ;
  - faire une réprimande ;
  - s'affirmer.

14.1.2 Missions du meneur d'hommes

Il doit identifier les potentiels des ouvriers et les faire émerger. Pour cela, il doit :
- connaître les personnes ;
- adapter son comportement et son management aux personnes ;
- faire un suivi personnalisé du travail.

Il doit former et développer, en favorisant :
- la responsabilisation, la délégation ;
- l'autonomie ;
- le développement global des personnes.

Il doit accompagner les ouvriers :
- avec la plus grande flexibilité ;
- en sachant entretenir la motivation de ses hommes ;
- en dosant ses interventions en fonction du degré de motivation et de la compétence de la personne ;
- en apportant son soutien, son aide, en faisant réfléchir, en aidant l'autre à trouver des solutions.

14.1.3 Faire passer des messages clairs et constructifs

Pour que la communication soit ciblée, le chef d'équipe doit :
- se fixer un objectif et s'y tenir ;
- prendre en compte l'interlocuteur.

Il doit aussi avoir un message verbal clair, concis, précis, structuré et motivant.

Son message non verbal (expression corporelle) doit être en adéquation avec le message verbal. Il doit y avoir adéquation entre la pensée et le message verbal, et entre le message verbal et l'expression non verbale.

L'impact produit sur l'interlocuteur vient pour 15 % du contenu du discours, 35 % de la voix et 50 % de l'expression corporelle.

14.1.4 Expérimenter les difficultés à communiquer

Lorsque le chef d'équipe émet un message, il observe la réaction de l'interlocuteur et doit alors adapter son message.

La communication rencontre de nombreuses difficultés dues à :

- une mauvaise transmission : bruit, voix, etc. ;
- des différences de perception : nous percevons la réalité de différentes manières ;
- des déperditions : nous retenons une très faible part de ce que nous entendons : 30 % ;
- des incompréhensions : résultant de langages différents ou de manques de références communes, ainsi que des interprétations et jugements qui déforment le message.

La communication « passe bien » quand le récepteur perçoit et comprend le message conformément aux intentions de l'émetteur. Cela implique pour lui :

- d'écouter ;
- d'observer et d'être très attentif ;
- de reformuler régulièrement ;
- de questionner ;
- d'adapter son message à l'interlocuteur ;
- de réaliser un croquis, qui permettra quelquefois au récepteur de comprendre un peu mieux et qui reste une preuve, pour l'un et pour l'autre, que l'explication a été donnée.

14.1.5 Appréhender les différences de perception

Chaque personne perçoit une situation, une personne, un objet, de manières différentes :

- soit par filtrage. Nous captons les informations :
  - qui sont en rapport avec ce que nous connaissons ;
  - qui nous intéressent ;
  - sous un certain angle de vue ;
  - en fonction de nos représentations.
- soit par transformation. Un même mot suscite des images, des impressions, des souvenirs, des émotions selon les personnes. Ce sont des connotations.

14.1.6 Transmettre des directives

Pour transmettre les directives, le chef d'équipe doit procéder avec méthode et doit :

- expliquer le pourquoi de la tâche, de la mission ;
- dire ce qu'il faut faire et donner des précisions sur la façon de faire ;
- faire répéter les directives complexes pour s'assurer qu'il a bien été compris ;
- préciser les résultats attendus et les délais, afin que la personne puisse apprécier elle-même le résultat de son travail ;
- être à la disposition de la personne pour l'aider en cas de besoin ;
- prévoir les contrôles.

Il doit également s'adapter au collaborateur suivant la personnalité de celui-ci :

Personne rationnelle	Personne émotionnelle
• Insister sur le pourquoi. • Argumenter. • Faire appel à son bon sens.	• L'écouter. • Montrer qu'on le comprend. • Avoir un contact chaleureux.
Personne susceptible	**Personne butée**
• Expliquer que la directive est juste. • Prendre en compte son opinion. • Savoir conclure avec fermeté.	• Conserver son calme. • Être ferme mais sans autorité. • La prendre à contre-pied : humour, placidité. • Couper court dès que le ton monte.

14.1.7 Créer et entretenir un bon climat dans l'équipe

Afin de créer et d'entretenir un bon climat dans l'équipe, le chef d'équipe peut disposer de quelques indicateurs d'un bon climat de travail :

- intérêt pour l'entreprise et le travail ;
- qualité du travail ;
- initiatives et suggestions ;
- bonne humeur ;
- esprit d'entraide ;
- expression possible des désaccords ;
- assiduité ;
- ponctualité ;
- circulation des informations ;
- recherche collective de solutions en cas de problèmes ;
- solidarité des membres de l'équipe et avec le responsable.

Dans une bonne ambiance de travail, les difficultés de la journée s'estompent et paraissent beaucoup moins insurmontables.

14.1.8 Gérer une situation à risque

Dans une situation à risque, le chef d'équipe doit identifier les situations « tendues » suivantes :

- il faut dire quelque chose de désagréable à quelqu'un ;
- on doit demander quelque chose et on risque d'essuyer un refus ;
- il faut dire non aux autres, au risque de déplaire ;
- on se sent critiqué ;
- on est dans un environnement inconnu.

Il doit aussi adopter une attitude assertive :

- en s'affirmant tout en respectant autrui ;
- en s'exprimant directement, sans détour, mais avec considération ;
- en évitant les attitudes suivantes : la fuite, la soumission, l'acceptation contre son gré, l'attaque, l'agression, l'imposition de force, la manipulation, l'emploi de moyens détournés.

14.1.9 Savoir réprimander et féliciter

Un chef d'équipe doit parfois savoir dire non et :
- annoncer son refus avec fermeté ;
- expliquer ses raisons de manière objective ;
- échanger et argumenter, si possible rechercher une alternative.

Il peut aussi réprimander si nécessaire, mais en s'aidant des axes suivants :
- s'exprimer en privé, sans témoin ;
- exposer une seule critique à la fois ;
- exposer clairement sa critique : en termes de faits et non d'opinions, d'interprétations ou de jugements ;
- suggérer des objectifs réalistes ;
- accepter soi-même la discussion, les critiques.

Il doit également savoir féliciter :
- chaque personne éprouve le besoin d'être reconnue pour ses efforts et ses succès ;
- les encouragements et les félicitations constituent une stimulation : ils donnent envie de progresser.

Le chef d'équipe doit :
- annoncer de manière neutre l'objet de l'entretien : « Je voudrais te parler de ton travail… de tes résultats » ;
- enchaîner immédiatement sur la félicitation ;
- expliquer le motif de la félicitation : « Je tiens à te féliciter parce que… » ;
- évoquer les bénéfices pour le collaborateur et pour l'organisation ;
- marquer une pause ;
- conclure en encourageant la personne à continuer dans cette voie.

Il doit éviter à tout prix la flatterie : le manque de sincérité est immédiatement perceptible.

14.2 Savoir-faire

Le chef d'équipe doit être capable de :
- préparer et organiser le travail quotidien d'une équipe ;
- appliquer et faire appliquer les directives données par le chef de chantier ;
- fournir les informations sur les rendements à atteindre ;
- communiquer à l'équipe les renseignements concernant la qualité à obtenir ;
- respecter et faire respecter les règles de sécurité et relative à l'environnement ;
- implanter et tracer les ouvrages à réaliser ;
- exécuter les ouvrages avec son équipe ;
- respecter et faire respecter les délais d'exécution ;
- animer et gérer les relations de son équipe ;
- rendre compte du travail effectué à ses supérieurs.

Dans son travail quotidien, le chef d'équipe doit toujours penser aux règles d'or ci-dessous :

Organisation – **R**éflexion / **O**pérationnel – **R**igueur / **O**ptimisation – **R**entabilité

14.3 Problématiques rencontrées par le chef d'équipe

Le chef d'équipe doit vérifier le travail effectué. Chaque malfaçon ou négligence sur le chantier entraîne parfois de nombreuses heures de travail de réfection. Il peut s'aider d'un tableau ou d'une fiche (voir ci-dessous) pour formuler les problèmes et les solutions adoptées.

Malfaçons	Conséquences		
Dalle non recevable	Démolition et réfection. Perte de temps (planning non respecté) et perte d'argent (temps et matériaux) Mauvaise image de marque de l'entreprise.		
	Causes	**Pourquoi ?**	**Solutions**
Mauvaise altitude (cote de niveau)	• Erreur du point de référence, mauvaise interprétation du plan, point de niveau mal pris • Manque d'infos • Mauvais indice du plan • Lunette ou laser défectueux	• Manque de temps ou travail trop vite exécuté • Le chef de chantier ne communique pas le bon indice du plan • Contrôle non effectué	• Meilleure étude au départ • Prendre son temps pour les prises de niveau • Mise à jour des plans au chef d'équipe • Faire contrôler les appareils optiques régulièrement. S'assurer de la vérification
Mauvaise mise en œuvre	• Béton trop sec • Météo (gel) • Armatures • Vibration • Étaiement • Planéité • Surfaçage • Erreur par négligence des compagnons • Manque d'organisation de l'équipe • Nombre insuffisant de compagnon • Équipe en surcharge de travail • Incompétence des compagnons • Matériel défectueux	• Mauvaise commande • Pression obligation de coulage délai à respecter • Le CE n'a pas suffisamment contrôlé et laissé l'équipe sans surveillance • Consignes mal transmises • Mauvaise coordination • Mauvais management • Embauche de salariés sans vérification de leurs compétences • Manque de conscience professionnelle • Manque de motivation, fainéantise • Incompétence • Mauvais entretien, manque de vérification du matériel	• Commander un béton adapté • Prévoir un béton adéquat • Annulation du coulage • Ne faire confiance qu'un minimum aux subalternes • Réprimande, sensibilisation • Prime de qualité et rendement • Renfort des équipes par du personnel de confiance • Organisation du poste de travail par le CE • Formation des salariés internes et prendre des intérims formés • Sanction • S'assurer du bon fonctionnement du matériel avant le coulage
	• Conclusion	• Surcharge de travail du CE	• Le chef d'équipe doit étudier vérifier et contrôler, organiser les tâches.

Exemple de fiche problèmes

CHANTIER DE							
Date	Lieu	Problème	Causes probables	Mesures à prendre	Solution	Opérateur	Fait le
17/10	Sous-sol	Réservation manquante sur voile	Oubli à l'exécution	Contrôle avant coulage	Piochage	Dupont	18/10
18/10	Sous-sol	Éclatement du béton sur voile (fig. 1)	Oubli de cale à béton	Contrôle avant coulage	Ragréage du béton	Durand	18/10
18/10	Sous-sol	Mannequin déplacé (fig. 2)	Manque de maintien du mannequin, vibration trop forte	Contrôle avant coulage	Piochage et ragréage	Durand	
20/10	Sous-sol	Treillis soudé visible sur dalle (fig. 3)	Manque de béton, déplacement de l'armature	Contrôle avant coulage	Ragréage nécessaire	Durand	
20/10	Sous-sol	Planéité insuffisante (fig. 5)	Mauvais réglage du niveau du béton	Vérification avant la prise du béton	Ragréage ou rabotage du béton (voir le chef de chantier)		
21/10	Voiles RdC	Arase défectueuse	Barres aimantées tordues	Remplacement	À reprendre	Finisseur	21/10
21/10	Voiles RdC	Enrobage défectueux autour des prises (fig. 4)	Vibration difficile, prises trop nombreuses	Vibration à vérifier au coulage	Rebouchage	Finisseur	21/10

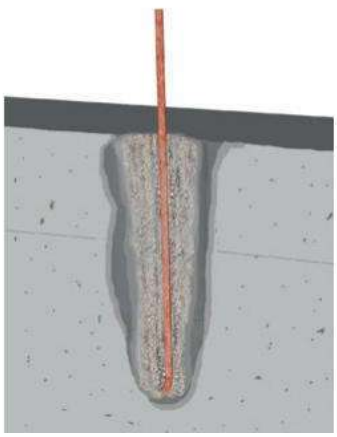


Figure 1. Enrobage insuffisant, éclatement du béton

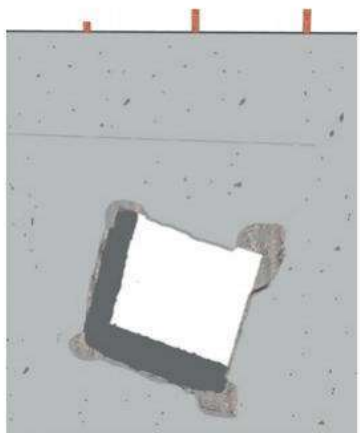


Figure 2. Mannequin déformé, manque de maintien

Figure 3. Treillis soudé mal positionné remonte en surface

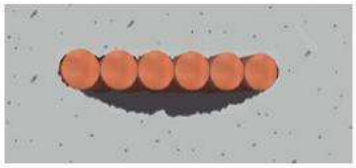


Figure 4. Manque d'enrobage, vibration difficile

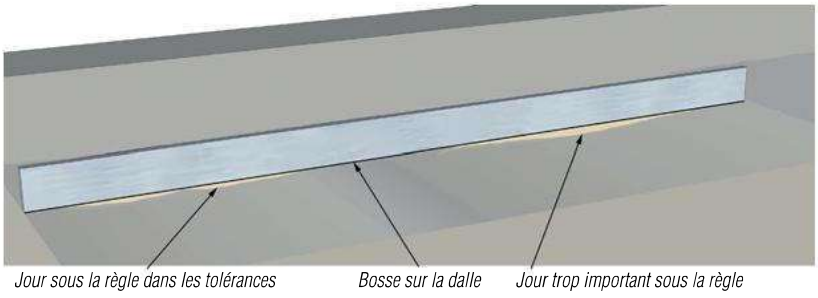


Figure 5. Problèmes de planéité

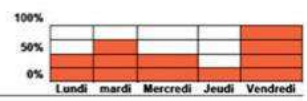
14.4 Organisation du poste de travail

Le chef d'équipe doit également s'occuper de la propreté du chantier tout au long des travaux. Un chantier propre est un chantier sécurisé et qui engendre des économies. Le chef d'équipe peut s'aider d'une fiche propreté-sécurité (voir ci-dessous).

Le / /

	DÉSIGNATION	Oui	Non	Observations
1	Nettoyage du poste de travail		X	Tous les jours en fin de journée
2	Nettoyage abord chantier	X		
3	Ranger vestiaire	X		
4	Stockage du matériel	X		
5	Mettre en place les garde-corps	X		
6	Accès à l'étage		X	Fixer l'échelle en tête et en pied
7	Obstruer les réservations au sol	X		
8	Stabilisation des petites banches	X		
9	Mettre des plinthes		X	Trémie escalier
10	Utiliser les pirl		X	L'échelle est interdite
11				
	Totaux	6	4	

Informations complémentaires



M.

Exemple de fiche propreté-sécurité

Rangement et nettoyage à effectuer (tâche 1 de la fiche propreté-sécurité)

Chapitre 15
Rapport d'activité pour le brevet professionnel

15.1 Présentation

La prise en compte des travaux réalisés au cours de la formation se fait au travers de la présentation orale par le candidat d'un rapport d'activité. Celui-ci est individuel et personnel et il est composé de documents permettant de dé nir techniquement les travaux réalisés par le candidat au cours de sa formation en entreprise, dans les di érents lieux où celle-ci s'est déroulée.

Les compétences mises en œuvre lors des interventions ne peuvent apparaître dans toutes leurs dimensions que si sont présentes les conditions ordinaires suivantes :

- contraintes temporelles (le temps imparti, les délais…) ;
- contraintes spatiales liées au site et à la nature du chantier ;
- contraintes organisationnelles (travail en équipe, client, fournisseurs…) ;
- contraintes de sécurité et normes à respecter ;
- contraintes de résultats (coût, qualité…) ;
- contraintes techniques (manutention, outillage, matériel, moyens d'action et de communication).

Il s'agit, sur une phase précise, d'en faire la description et l'analyse, et d'émettre des propositions.

Ce rapport comprend :

- la présentation concise de l'ensemble des activités pratiquées et observées ;
- la description de l'activité que le candidat a choisi de développer : le contexte est précisé ; le choix de l'activité présentée est argumenté ; la présence des documents est justi ée et leur intérêt pour le dossier est précisé ;
- les acquis perçus en termes de contenus techniques ou de savoir-faire ;
- le niveau d'implication ressentie.

Comment construire son rapport d'activité ?

15.1.1 Comment construire son rapport d'activité ?

Page de garde

- Intitulé du diplôme
- Coordonnées de l'apprenti, de l'entreprise, du CFA
- Session (année de l'examen)

Présentation du candidat et de l'entreprise (2 à 4 pages)

Le candidat

a) Le choix du métier

- J'ai découvert le métier…
- J'ai travaillé dans l'entreprise…
- Je suis actuellement titulaire d'un CAP de maçon et/ou d'un CAP CBAB que j'ai obtenu au CFA de…

b) L'engagement en Brevet Professionnel

- J'ai souhaité poursuivre en BP pour…
- Mon objectif actuel est de pouvoir…
- Mais plus tard j'aimerais bien, une fois mon diplôme acquis, …

L'entreprise

Nom : Adresse : Tél : Fax :

Forme juridique :

Historique (dates importantes) :

Nombre de salariés : Nombre d'agences :

Activités :

Organigramme :

Principales réalisations :

Présentation des travaux effectués pendant ma formation en entreprise

Les activités choisies (entre 7 et 10 fiches de 4 à 5 pages)

Définition et explication théorique de l'activité

Descriptif complet du chantier (adresse, type)

Contexte et contraintes, durée de la tâche

Mode opératoire (voir paragraphe 15.3)

Moyens utilisés

Dispositifs de sécurité mis en place

Conclusion

Différents acquis en termes de :

- savoirs (ce que vous avez appris en connaissances théoriques) ;
- savoir-faire (ce que vous avez appris en connaissances techniques) ;
- savoir-être (autonomie, reconnaissance au sein de l'équipe, satisfaction du client).

Remerciements

15.1.2 Règlement de l'examen

L'épreuve orale dure 30 minutes et son coefficient est de 1. La notation de ce rapport correspond à 20 % des points de l'épreuve E1 pour son évaluation.

Un exemplaire de ce rapport d'activité sera mis à la disposition du jury deux semaines avant la date prévue pour la présentation orale. Le jury s'attachera à déterminer les compétences figurant au référentiel de certification que le candidat aura mis en œuvre (voir ci-dessous, attentes du jury). Ce jury sera composé d'un professionnel et d'un enseignant. La présence du tuteur en entreprise est souhaitable.

15.2 Fiche d'activité

Le rapport d'activité doit comporter plusieurs fiches d'activité. **Il doit montrer que le candidat a atteint le niveau d'implication et d'autonomie attendu d'un brevet professionnel.**

Sélectionner 7 à 10 fiches du livret d'apprentissage représentatives des activités en entreprise.

- Choisir l'activité à développer, et préciser :
  - la localisation du chantier ;
  - la durée (indiquer les dates) ;
  - le choix du client, ou le devis descriptif et quantitatif ;
  - l'installation et l'implantation du chantier ;
  - le choix des matériaux et du matériel utilisés ;
  - l'approvisionnement ;
  - la chronologie de l'activité choisie (mode opératoire) ;
  - les contrôles effectués.
- Rechercher les documents et les informations existants :
  Plans, dessins de détail, coupes, croquis, devis descriptif et quantitatif, planning, fiches techniques des matériaux et matériels utilisés, PPSPS (plan particulier de sécurité et de protection de la santé) ou mesures de sécurité utilisées, QSE (qualité – sécurité – environnement), photos, etc.

15.2.1 Attentes du jury

Le rapport d'activité doit permettre au jury de déterminer :

- vos activités ;
- votre environnement de travail ;
- vos domaines de compétence professionnelle ;
- votre degré de compétence technique et théorique ;
- la responsabilité qui vous a été confiée ;
- votre autonomie ;
- vos facultés d'adaptation ;
- votre connaissance de votre environnement de travail ;
- vos capacités d'évolution.

15.2.2 Pièges à éviter

- Être trop prétentieux.
- Être trop discret.
- Ne pas indiquer votre contexte de travail.
- Ne pas travailler la rédaction du rapport (construction, vocabulaire, grammaire, orthographe).
- Détailler des activités qui n'ont pas ou peu de rapport avec le diplôme visé.
- Faire un rapport trop neutre ou trop banal, ne révélant pas votre personnalité (semblable à tous les autres).

- Faire écrire votre rapport par quelqu'un d'autre, ou inventer ou exagérer des activités ou votre rôle dans cette activité.
- Ajouter des plans trouvés sur Internet.

15.2.3 Comment établir une fiche d'activité ?

Après avoir choisi son activité :

- établir un mode opératoire dans les grandes lignes ;
- rechercher la technologie qui va avec chaque étape ;
- se poser les questions utiles.

Puis, entrer dans le détail de chaque poste en se servant des cinq questions suivantes :

Où ? Avec quoi ? Comment ? Qui fait quoi ? Quand ?

Ou de la méthode des 5 M :

Milieu – Méthode – Main-d'œuvre – Matériaux – Matériel

Une fois ce brouillon réalisé, rédiger les phrases pour obtenir un chapitre construit (voir § 15.4.1) :

- donner une définition de votre activité ;
- décrire le chantier à votre arrivée (situation de départ) ;
- décrire le chantier à la fin de votre activité (situation finale) ;
- mettre en page les phrases de chaque étape ;
- placer les images ou les photos à bon escient.

On peut également construire une fiche d'activité d'après les critères suivants (voir § 15.4.2) :

1. Décrire le mode opératoire.
2. Donner une définition et une explication théorique de l'activité.
3. Donner la situation de départ.
4. Descriptif complet du chantier (adresse, type).
5. Contexte et contraintes, durée de la tâche (neuf, rénovation, grue, pas de grue, usine en service, délais).
6. Indiquer les résultats directs de votre action : avez-vous travaillé seul ou en équipe, avec ou sans consignes, en relation avec d'autres personnes de votre entreprise ou extérieures à votre entreprise ?
7. Décrire les tâches et/ou opérations que vous avez directement effectuées en vue des réalisations indiquées ci-dessus.
8. Préciser les moyens que vous avez utilisés pour accomplir les tâches décrites : technologie, matériels, outils, techniques, matériaux, produits.
9. Difficultés rencontrées pour la réalisation de cette tâche ou opération.
10. Donner la situation finale.

15.3 Mode opératoire

Chaque fiche d'activité doit comporter un mode opératoire. Le mode opératoire consiste à présenter dans l'ordre toutes les tâches à exécuter pour réaliser un ouvrage.

Exemple : Élévation d'un mur en blocs béton creux de 15 cm d'épaisseur.

- Quelles sont les différentes tâches à exécuter pour réaliser ce mur ?
  1. Vérifier l'état de l'environnement (propreté, niveau).
  2. Tracer l'implantation du mur.
  3. Préparer le mortier.
  4. Disposer le mortier.
  5. Mettre en place les blocs béton et effectuer les joints.
  6. Araser en partie haute, si cela est nécessaire.
  7. Nettoyer l'ouvrage, ses abords et l'outillage.
- Quels sont les besoins en outillage ?
  - Tâche 1 : règle, niveau.
  - Tâche 2 : crayon, mètre, règle, équerre, cordeau à tracer.
  - Tâche 3 : pelle, brouette ou truelle, bac et seau.
  - Tâche 4 : truelle, taloche.
  - Tâche 5 : marteau de maçon, massette, fil à plomb, cordeau.
  - Tâche 6 : marteau de couvreur, serre-joints.
- Quels sont les besoins en matériaux ?
  - Tâche 1 : sans objet.
  - Tâche 2 : sans objet.
  - Tâche 3 : sable 0/5, ciment CEM II B 32,5, eau.
  - Tâche 4 : sans objet.
  - Tâche 5 : blocs creux de béton dimensions 15 × 20 × 50.
  - Tâche 6 : planche de 27 × 200, pointes.
  - Tâche 7 : sans objet.

Nous venons d'effectuer le **mode opératoire** de cet exemple. Voici comment nous pouvons le résumer dans un tableau :

Tâches	Outillage	Matériaux
Vérification du support	Règle, niveau	
Tracé de l'implantation	Crayon, mètre, règle, équerre, cordeau à tracer	
Préparation du mortier	Pelle, brouette ou truelle, bac et seau	Sable 0/5, ciment, eau
Mise en place du mortier	Truelle, taloche	
Élévation des blocs béton	Marteau de maçon, massette, fil à plomb, cordeau	Blocs béton creux 15 × 20 × 50
Arase en partie haute	Marteau de couvreur, serre-joints	Planche de 27, pointes
Nettoyage	Balai, balayette, éponge	

15.3.1 Mode opératoire d'une maçonnerie de blocs sur RdC

1. Réaliser le mode opératoire d'une tâche (exemple ci-dessous).
   Liste des opérations effectuées :
   - Approvisionnement
   - Confection du mortier
   - Arase hydrofuge
   - Traçage des murs de façade et de refend, calepinage
   - Maçonnerie périphérique et refend 6 rangs avec blocs chaînage
   - Trait de 1,00 m
   - Montage échafaudage
   - Co rage, armatures, coulage linteaux
   - Maçonnerie périphérique et refend rangs supérieurs avec chaînages
   - Arase avec chaînage horizontal
2. Donner les besoins d'apports technologiques.
3. Écrire les questions que vous vous posez a n de rechercher les réponses sur vos supports de cours ou par des recherches personnelles.
4. Reporter toutes vos réponses dans un tableau récapitulatif.

15.3.2 Tableau récapitulatif d'un mode opératoire

Préparez le mode opératoire à l'aide du tableau suivant.

Mode opératoire (grandes lignes)	Technologie	Questionnement
Écrire les opérations e ectuées.	Écrire les besoins d'apport en technologie	Écrire TOUTES les questions que vous vous posez sur les opérations e ectuées.

Complétez le tableau suivant en vous aidant des commentaires indiqués ci-après.

Pour réaliser l'intervention consistant à : ① ②						
Situation de départ : ③ **Situation finale :** ④						
Les tâches à effectuer par grandes lignes	**N°**	**Milieu**	**Matériaux**	**Matériel**	**Main-d'œuvre**	**Méthode Moyen**
1	1					
2	2					
Ce qu'il faut savoir faire et connaître				**Questions, problèmes particuliers**		**Temps**
⑤				⑥		⑦
Phrase : ⑧						

1. Donner le nom de l'activité sur un chantier précis.
2. Donner une définition de l'activité.
3. Citer la situation de départ avant la réalisation de la tâche.
4. Citer la situation finale après la réalisation de la tâche.

Pour chaque grand thème du mode opératoire :

5. Indiquer ce qu'il faut savoir faire et connaître.
6. Indiquer les contraintes, les problèmes particuliers.
7. Donner une notion de temps.
8. Construire une phrase avec tous ces éléments.
9. Opérer comme cela pour chaque grand thème du mode opératoire.
10. Assembler toutes vos phrases en donnant des noms de chapitres.
11. Insérer les photos nécessaires à la compréhension de votre document.

Exemple de mode opératoire

Pour réaliser l'intervention consistant à : MAÇONNERIE du RdC MAISON INDIVIDUELLE À TARTEMPION						
Les tâches à effectuer	**N°**	**5 M**				
		Milieu	**Matériaux**	**Matériel**	**Main-d'œuvre**	**Méthode Moyen**
Confection du mortier	1	RDC	Sable - ciment	Bétonnière	Apprenti	Fabrication sur le chantier
	Ce qu'il faut savoir faire et connaître			**Questions, Problèmes particuliers**		**Temps**
	Les dosages du ciment, les quantités à respecter en eau et sable			Y a-t-il de l'essence ? Mise en route de la bétonnière ?		À la première heure
Dès notre arrivée sur le chantier, je me suis changé et j'ai mis mes EPI, puis le chef de chantier m'a donné la consigne de préparer le mortier. J'ai vérifié le niveau d'essence et j'ai mis en route la bétonnière. J'ai placé deux seaux d'eau dans la cuve, puis 15 pelles de sable. J'ai vidé deux sacs de 25 kg de ciment et j'ai complété le sable (25 pelles) plus ½ seau d'eau. Soit un dosage de 300 kg de ciment par m^3 de mortier. Dosage en eau : rapport E/C = 0,5. J'ai laissé malaxer dans la cuve, pendant 2 minutes, puis j'ai vidé le mortier dans deux brouettes afin de préparer une nouvelle gâchée.						

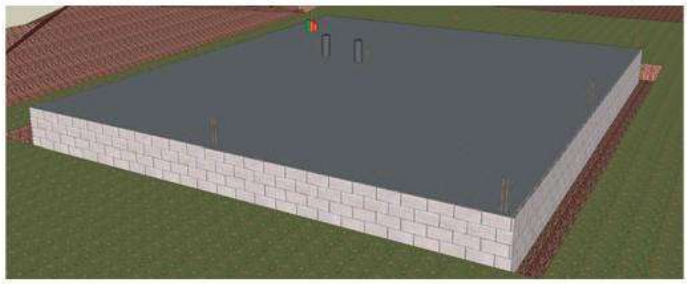
15.4 Exemples de fiche d'activité

15.4.1 Réalisation des murs d'une maison individuelle de plain-pied

Définition : une maison est dite de plain-pied lorsque celle-ci est construite sur un seul et même niveau.

Situation de départ

Les fondations, les murs de soubassement sont exécutés, et la dalle du vide sanitaire est coulée depuis le vendredi. Les palettes de blocs béton doivent être livrées sur le chantier.



Situation finale

Maçonnerie de 150 m² – 8 linteaux (1 porte, 1 porte-fenêtre, 5 fenêtres, 1 porte de garage) – chaînage horizontal coulé à + 2,60 m.

1) Approvisionnement

Dès notre arrivée sur le chantier, je me suis changé et j'ai mis mes EPI. Le chef de chantier m'a donné la consigne de préparer le mortier. J'ai vérifié le niveau d'essence et j'ai mis en route la bétonnière.

J'ai placé deux seaux d'eau dans la cuve, puis 15 pelles de sable. J'ai vidé deux sacs de 25 kg de ciment et j'ai complété le sable (25 pelles) plus ½ seau d'eau.

Soit un dosage de 300 kg de ciment par m³ de mortier. Dosage en eau : rapport E/C = 0,5.

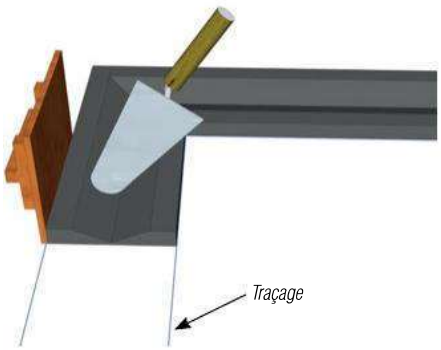
J'ai laissé malaxer dans la cuve pendant 2 minutes, puis j'ai vidé le mortier dans deux brouettes afin de préparer une nouvelle gâchée.

J'accède avec ma brouette sur la dalle à l'aide d'un platelage et j'approvisionne le mortier dans les auges.

Pendant ce temps, le chef trace l'implantation des murs sur la dalle et donne les consignes pour le déchargement des palettes de blocs béton (sur l'étaiement et en retrait de 1,20 m par rapport aux murs afin que les blocs soient à proximité lors de la maçonnerie). L'ouvrier, quant à lui, passe le mortier hydrofuge à la balayette en deux couches croisées. Cette coupure de capillarité empêche l'humidité de remonter dans les murs.

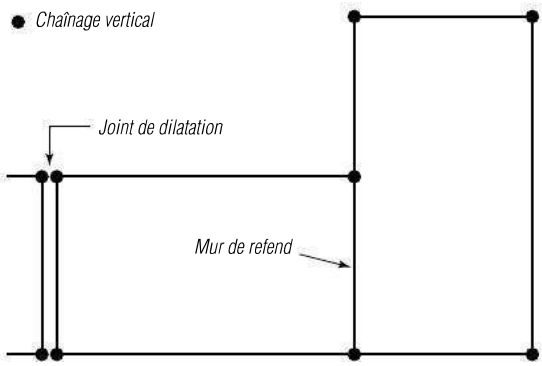
2) Maçonnerie de six premiers rangs

Après avoir calepiné les blocs (calcul du nombre de blocs sur la longueur des murs), nous réalisons le joint horizontal à l'aide de la truelle et du talochon en étalant environ 1,5 cm de mortier sur la dalle.

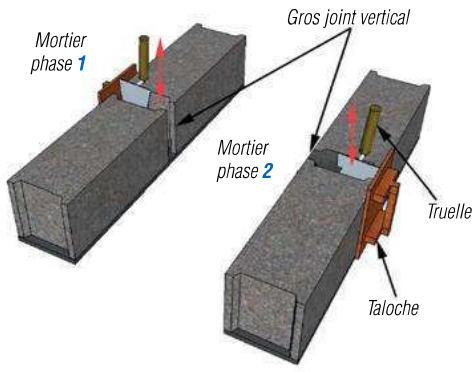


Joint au sol

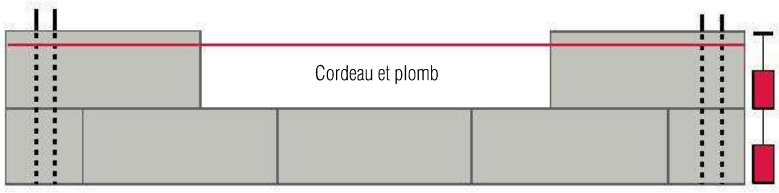
Puis nous posons et réglons les blocs de chaînage dans tous les angles à l'aide du fil à plomb.



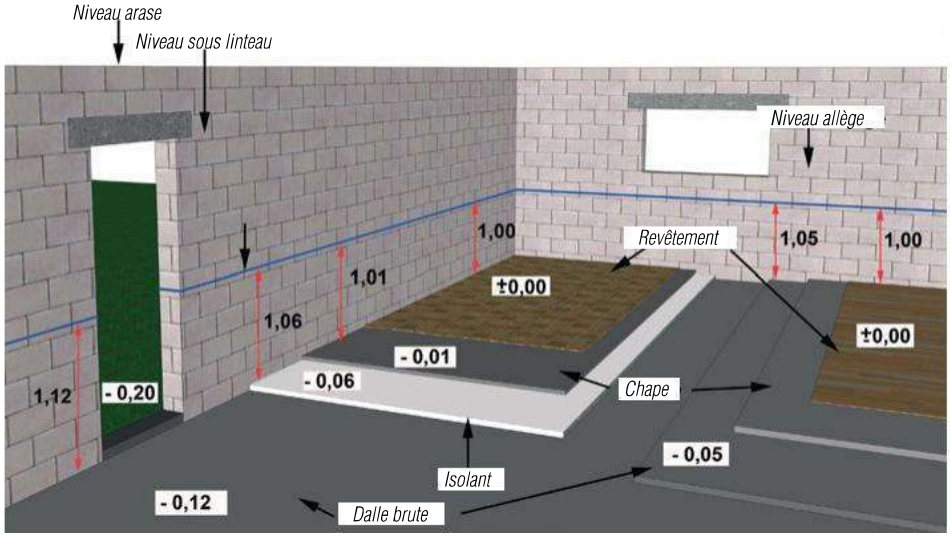
Puis nous posons et alignons les blocs standards intermédiaires à l'aide du cordeau tendu entre les blocs d'angle et espacé d'une épaisseur de pointe (jour de ligne).



Quand tous les blocs sont posés et réglés, nous exécutons les joints verticaux en remplissant de mortier les espaces entre blocs (maxi : 4 cm). Arrivé à la hauteur d'allège, le chef trace les ouvertures. Puis nous continuons la maçonnerie jusqu'à la hauteur d'homme, en respectant les cotes des baies et en plombant les tableaux.



3) Trait de 1,00 m



Pendant que nous finissons le sixième rang de maçonnerie, le chef a mis en station la lunette de chantier, puis je suis allé poser la mire sur le point de référence qu'il m'a indiqué. Il a fait ses calculs et contrôlé le niveau de la dalle, puis m'a fait tracer un trait au crayon correspondant à 1 m du sol fini du RDC.

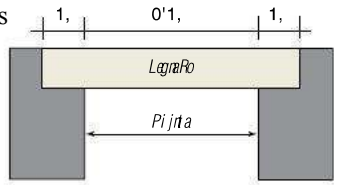
Avec le laser, nous avons reporté à tous les angles ce niveau et nous avons tracé le trait de 1 m sur les murs à l'aide de la ligne bleue (cordeau à tracer).

4) Échafaudage

Nous avons calé les tréteaux devant les murs, installé les platelages et les garde-corps afin de créer un échafaudage pour réaliser la maçonnerie supérieure.

5) Maçonnerie des rangs complémentaires

Nous avons approvisionné mortier et blocs sur l'échafaudage et nous avons continué la maçonnerie jusqu'à la hauteur des sous-linteaux. Puis nous avons laissé un décrochement pour l'appui des linteaux (1/10e de la portée avec un minimum de 20 cm).



Mon chef m'a dit de nettoyer le mortier accumulé lors du hourdage au pied de chaque chaînage afin d'obtenir la surface désirée et une bonne liaison des aciers de reprise. Pour cela, j'ai cassé un côté de la base pour accéder à l'intérieur, puis j'ai coffré à l'aide d'une planche. Nous avons placé le chaînage vertical constitué de deux barres de 10 montées sur des épingles avant de couler le béton dosé à 350 kg/m³.

Nettoyage du mortier

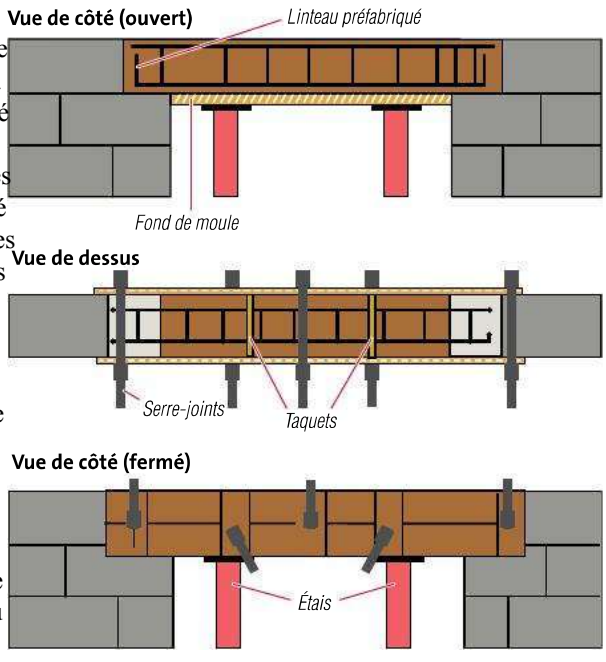
6) Coffrage des linteaux

Pendant que le chef préparait les fonds de moules, avec l'ouvrier nous avons préparé les joues de coffrage (panneaux avec planches et raidisseurs). Puis ensemble, nous avons installé les étais et réglé les fonds de moules à la bonne hauteur en prenant référence sur le trait de 1 m. J'ai placé des cales d'enrobage sur les armatures et j'ai approvisionné celles-ci à mes collègues, qui les ont placées sur les fonds de moules. Nous avons assemblé et serré les joues à l'aide de serre-joints.

J'ai préparé le béton dosé à 350 kg/m³ et nous avons coulé et vibré tous les linteaux.

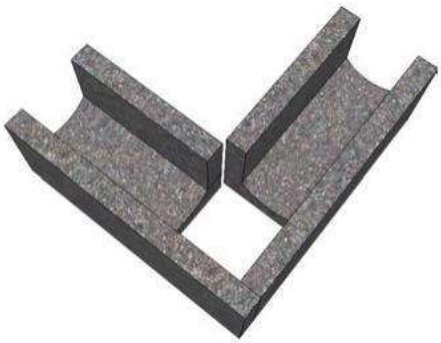
Après avoir approvisionné les blocs en U et le mortier sur l'échafaudage, nous maçonnons les blocs en U en commençant par les angles et en réglant l'aplomb mais également la hauteur d'arase donnés par rapport au trait +1 m.

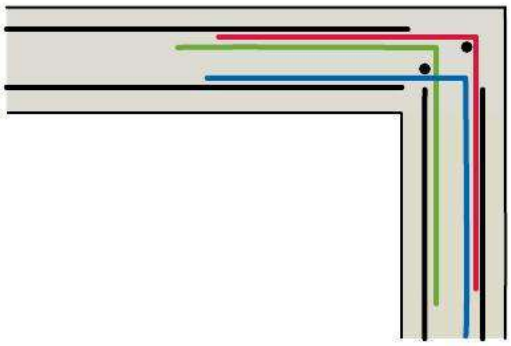
Ces blocs en angle sont découpés à la meuleuse (EPI obligatoires) afin de laisser le passage du chaînage vertical (voir croquis).



Nous posons les autres blocs en U à l'aide du cordeau tendu entre les angles. Ce repère nous permet de garder l'alignement, mais également la hauteur à respecter.

Quand tous les blocs sont maçonnés, nous disposons les aciers composés de deux barres de 10 reliées par des épingles dans la réservation, puis nous les relions par des équerres dans les angles et également dans les chaînages verticaux.





Nous coulons ensuite le béton dosé à 350 kg/m³.

Tous les soirs, nous nettoyons les pieds de mur et les boursouflures des joints de mortier. Une fois les murs terminés, nous avons démonté l'échafaudage et nettoyé le chantier.

15.4.2 Réalisation d'un dallage

1) Donnez une définition et une explication théorique de l'activité

Le dallage est le plancher se trouvant sur le sol ; il désigne l'ensemble des couches de matériaux utilisés. Il a pour but d'isoler du sol humide et d'obtenir une aire de circulation résistante et plane. Il reçoit à sa surface : la chape de mortier de ciment et la finition (carrelage, dalles en pierre, moquette ou autre finition).

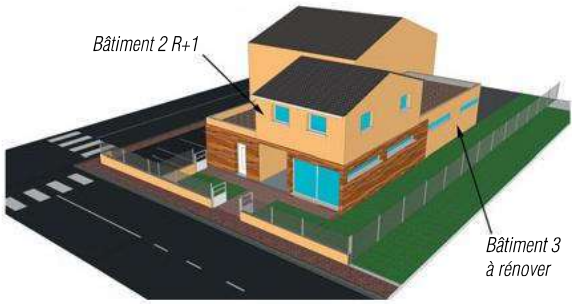
Les dallages sont constitués d'une forme compactée stabilisée de cailloux, graviers, sable mélangé ou tout-venant par couche supérieure à 15 à 20 cm (hérisson), un écran d'étanchéité (film plastique imperméable), un isolant thermique toute surface, peu compressible, installé sur la couche de sable et une dalle béton d'une épaisseur de 12 cm, armée d'un treillis soudé à mailles carrées.

Ce dallage peut être indépendant des murs (dallage sur terre-plein) ou être en appui sur les murs (dallage porté). Dans ce cas, la forme sert de coffrage perdu et le ferraillage sera à l'identique d'une dalle béton.

2) Descriptif complet du chantier (adresse, type)

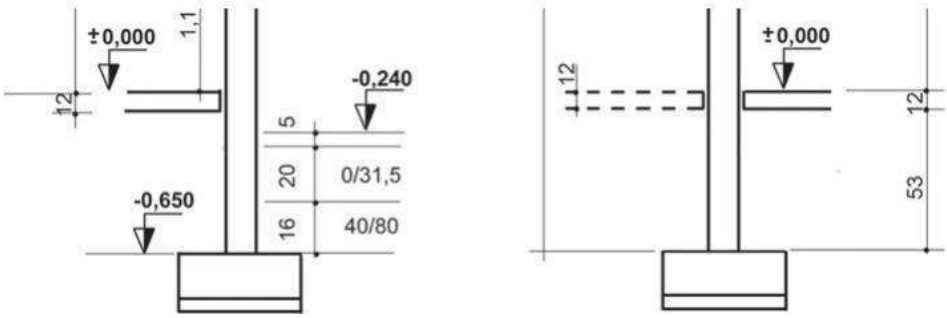
Cycles boutique
18 rue de la Moselle
54460 LIVERDUN

Extension d'un local commercial type R+1



3) Contexte et contraintes, durée de la tâche (neuf/rénovation, grue/pas de grue, usine en service, délais)

Les dallages que nous devions réaliser devaient être coulés en deux parties pour permettre l'avancement du chantier suivant le planning fourni. En effet, la première partie est réalisée rapidement, car les murs du RDC sont maçonnés sur ce dallage, sauf en file B, où ces murs reposent sur des longrines. Ce qui nous a permis de couler la deuxième partie du dallage après avoir décoffré le plancher haut. Le surfaçage de la dalle béton devait être lissé au point ± 0,00.



4) Indiquez les résultats directs de votre action (avez-vous travaillé seul ou en équipe, avec ou sans consignes, en relation avec d'autres personnes de votre entreprise ou extérieures à votre entreprise)

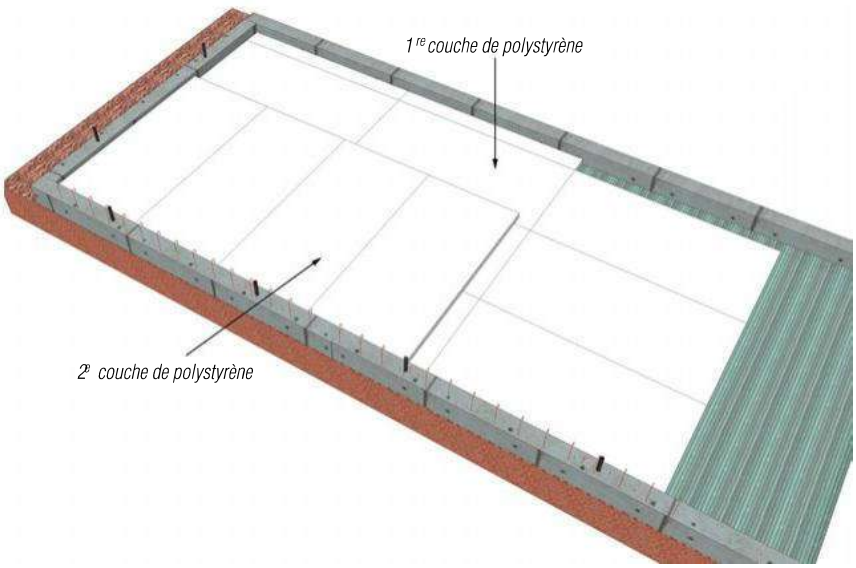
J'ai réalisé, en compagnie de deux collègues et de notre chef d'équipe, l'ensemble des tâches de préparation, la pose des armatures et le coulage du béton ainsi que le surfaçage de ces deux dallages.

5) Décrivez les tâches et/ou les opérations que vous avez directement effectuées en vue des réalisations indiquées ci-dessus

Pour réaliser ce travail, j'ai effectué, en respectant les règles d'hygiène et de sécurité, les opérations suivantes.

Préparation :

- traçage du trait de +1 m à la ligne bleue (servant de repère du nivellement) ;
- nettoyage du terre-plein ;
- pose des canalisations (évacuations, électricité, téléphone, eau, gaz) se trouvant sous le dallage (ces canalisations doivent impérativement se situer dans la forme du dallage et non pas dans le béton, avec une distance minimale entre le dessus de la canalisation et la sous-face du béton égale à 1 diamètre +5 cm) ;
- pose de deux siphons de sol ;
- remblai de 25 cm d'épaisseur en calcaire 0/31,5 ;
- compactage de cette forme ;
- pose de l'isolant pour sol de 4 cm sur un lit de sable de 1 à 2 cm ;
- pose d'un film type Polyane 200 microns et des joints de dilatation en polystyrène de 2 cm d'épaisseur et de 15 cm de hauteur le long des murs existants ;
- pose d'armatures de toute la surface avec un treillis soudé ST10 et du ST25C en renfort sous les murs et sous l'escalier.



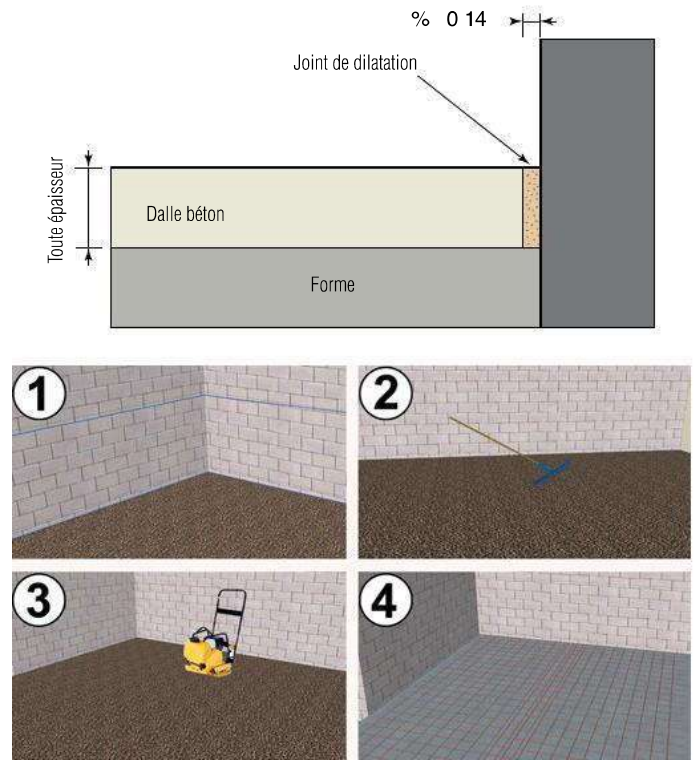


Illustration des étapes principales

1. Tracer par rapport au trait 1 m la hauteur de dalle moins l'épaisseur de celle-ci et remblayer avec un matériau sain tel que le calcaire, tout-venant, etc.
2. Égaliser au râteau 1 à 2 cm plus haut que le repère.
3. Compacter la forme.
4. Poser le film étanche (Polyane) et le treillis soudé.

Coulage :

- bétonnage de la dalle ;
- prise des points de niveau au laser tous les 1,50 m environ ;
- réglage de la couche au râteau ;
- tirage et dressage à la règle et lissage brut ;
- nettoyage des outils et du matériel ;

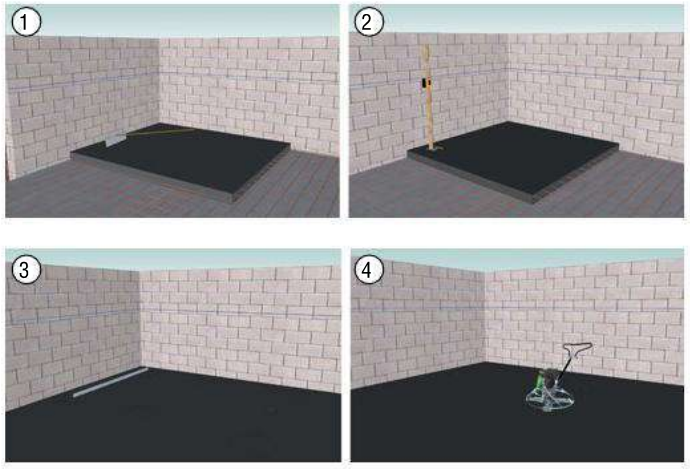
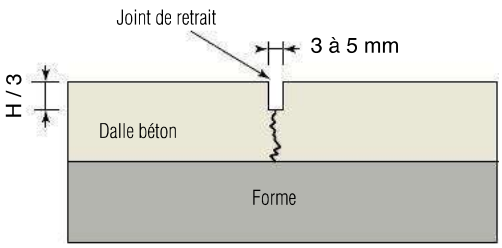


Illustration des étapes principales

1. Un ouvrier étale le béton et règle la hauteur.
2. Les points de niveau sont réalisés tous les 1,50 m environ.
3. Le dressage s'effectue à la règle aluminium.
4. Le lissage se réalise lorsque le béton fait prise.

Joints de retrait : après séchage, exécution des joints de retrait. Ils ont une double fonction : permettre le libre retrait du béton des panneaux de dallage et tenter ainsi de prépositionner la fissuration.

Le sciage est la méthode usuelle pour créer ce joint. La profondeur du joint est égale au tiers de l'épaisseur du dallage ± 10 mm. Sa largeur à l'exécution varie de 3 à 5 mm. L'espacement entre joints est fonction de l'épaisseur du dallage, tous les 25 m² environ.



6) Précisez les moyens que vous avez utilisés pour accomplir les tâches décrites (matériels, outils, techniques, matériaux, produits)

Matériel utilisé :

- Mini-pelle pour le terrassement des fouilles.
- Laser pour toutes les prises de niveau.
- Dame, un cylindre vibrant, pour le compactage des fouilles et de la forme.
- Règle alu à deux manches pour le dressage du béton.
- Lisseuse mécanique à trois pales munie de ses taloches et lisseuses.
- Scie sur roues avec disque à diamant pour le sciage des joints.
- Grue et benne à béton pour la première partie du dallage ; et camions-toupies et pompe à béton pour la deuxième partie.

En plus des outils traditionnels d'un maçon (truelle, taloche, marteau, pince à ferrailler, niveau), il est nécessaire d'avoir : pioche, pelles, râteaux, cisaille, vibreur, benne à béton.

Matériaux utilisés :

- Isolant en panneaux rainurés-bouvetés de forte densité, en polystyrène expansé de nouvelle génération.
- Film en polyéthylène translucide 200 µm.
- Armatures : treillis soudé ST10 et du ST25C.
- Béton C25/30, XC1 et de consistance S3, avec comme adjuvant un accélérateur de prise.
- Produit de cure Antisol Sika.

7) Difficultés rencontrées pour la réalisation de cette tâche ou opération

Ce dallage devait être lissé et au point zéro : il fallait donc respecter la nition demandée et l'altitude exacte de surface. Pour cela, nous avons commencé à 7 h du matin avec un béton ayant un accélérateur de prise a n de pouvoir passer l'hélicoptère (lisseuse mécanique) à partir de 15 h. Pour rendre la surface prévue, nous avons été contraints de rester jusqu'à 19 h 30.

Véri cation de la planéité d'après les normes suivantes :

Tolérances de surface

État de surface	Planéité sous règle de 2 m	Planéité sous règle 0,20 m
Brut de règle	15	Sans objet
Surfacé	10	3
Lissé	7	2

Ouvrage conforme : les cales ne passent pas sous la règle de 2,00 m.

Ouvrage non conforme : flache supérieur à la tolérance.

Table des matières de l'autre volume du *Manuel technique du maçon* : **Matériaux, outils et techniques**

CHAPITRE 1. Sécurité et hygiène, outillage et terminologie générale

1.1 Sécurité et hygiène

1.1.1 Analyse des risques et prévention

1.1.1.1 Principaux risques du métier

1.1.1.2 Règles générales de sécurité

1.1.1.3 Démarche du maître d'apprentissage

1.1.1.4 Engagements santé et sécurité au travail de l'apprenti

1.1.2 Règles de protection

1.1.2.1 Équipements de protection individuelle (EPI)

1.1.2.2 Hygiène

1.1.2.3 Prévention des chutes de hauteur : le garde-corps

1.1.2.4 Sécurisation des échelles

1.1.2.5 Manutention manuelle

1.1.2.6 Risques électriques

1.1.3 Organisation du chantier

1.1.3.1 Ordre sur le chantier et aux postes de travail

1.1.3.2 Circulation et accès sur le chantier

1.1.4 Tableau récapitulatif des risques

1.2 Outillage

1.2.1 Outils de traçage et de mesure

1.2.2 Outils de maçon et de coupeur

1.2.3 Matériel collectif

1.3 Terminologie générale

CHAPITRE 2. Maçonnerie de blocs béton

2.1 Principe de mise en œuvre

2.2 Découpe d'un bloc

2.3 Joints

2.3.1 Joint horizontal

2.3.2 Joint vertical

2.4 Pose d'un bloc

2.4.1 Pose des blocs de tête

2.4.2 Plombage du bloc de tête

2.4.3 Pose d'un bloc coupé en tête

2.5 Alignement

Pour en savoir plus

Mur maçonné

Blocs standards

Un système de construction complet

Quantité de mortier nécessaire au montage d'un mur

Chaînage vertical

Agglos coffrants ou blocs à bancher

Blocs de coffrage posés à sec (sans mortier)

CHAPITRE 3. Maçonnerie de briques de parement

3.1 Mortier

3.2 Joints

3.3 Appareillages les plus courants

3.4 Pose en plein mur

3.5 Nettoyage

3.6 Mode opératoire

3.7 Pile isolée

CHAPITRE 4. Maçonnerie de briques monomur

4.1 Outillage et matériel de montage

4.2 Maçonnerie roulée : mode opératoire

CHAPITRE 5. Béton cellulaire

5.1 Pose des blocs

5.2 Réalisation d'une ouverture

CHAPITRE 6. Béton

6.1 Composants du béton

6.1.1 Granulats
6.1.2 Ciment
6.1.3 Eau
6.1.3.1 Gâcher le béton à la main
6.1.3.2 Gâcher le béton à la bétonnière

6.2 Calcul des quantités des composants du béton

6.2.1 Dosages et quantités
6.2.1.1 Classe de résistance

Pour en savoir plus

Nature des granulats

Autres composants du béton

Ciment
Eau (définition : norme NF EN 1008)
Air
Adjuvants (définition : norme NF EN 934-2)

Abaque de Dreux

Correction de la composition des granulats en fonction de l'humidité

Béton suivant la norme NF EN 206-1

Norme NF EN 206-1

Pathologies des bétons

Bétonnage par temps chaud

Bétonnage par temps froid

Dénominations des bétons

CHAPITRE 7. Trait de référence et nivellement

7.1 Principe du trait de référence de + 1 m

7.2 Report du trait de référence au laser

Pour en savoir plus

Nivellement et altitudes

Nivellement
Altitude
Niveau NGF et niveau relatif

Utilisation de la lunette de chantier

Lecture
Mise en station

Nivellement direct

Mesure altimétrique d'un point
Longueur de visée
Contrôle de la lecture

Lecture par rayonnement

Lecture par cheminement

Exemple de feuille de nivellement par cheminement

CHAPITRE 8. Coffrage

8.1 Bases du coffrage traditionnel

8.1.1 Bois de coffrage
8.1.2 Stockage
8.1.3 Résistance
8.1.4 Du bon usage des outils
8.1.4.1 Marteau de coffreur
8.1.4.2 Scie à bûche
8.1.4.3 Pointes
8.1.4.4 Mesure

8.2 Coffrage extérieur et intérieur

8.2.1 Coffrage extérieur
8.2.2 Coffrage intérieur

Pour en savoir plus

Fonctions et qualités exigées d'un coffrage

Poussée du béton frais sur le coffrage vertical

Paramètres influant sur la poussée
Phénomène de pression hydrostatique
Calcul de la vitesse de levée à partir d'exemples
Poussée sur une bande de coffrage de 1 m de large
Calcul plus précis de la valeur de pression

Pression du béton sur le coffrage horizontal

Contreplaqué de coffrage

Rappel sur le choix de la peau coffrante
Stockage du contreplaqué
Huiles ou agents démoulants
Assemblage

Positionnement des raidisseurs

Espacement des raidisseurs primaires
Espacement des raidisseurs secondaires

Calcul d'un coffrage : exemple d'un poteau

Calcul de la pression
Espacement des raidisseurs

Coffrage dalle pleine

Lecture des abaques
Description des étais et calcul de leur capacité portante

Coffrage standard d'un poteau 20 x 20

Exemple 1
Exemple 2

CHAPITRE 9. Béton armé

9.1 Contraintes mécaniques

9.2 Liaison acier-béton

9.2.1 Adhérence
9.2.2 Enrobage
9.2.3 Positionnement des aciers
9.2.4 Chaînage dans la construction de blocs béton
9.2.5 Façonnage

9.3 Béton précontraint

9.3.1 Précontrainte par post-tension
9.3.2 Précontrainte par pré-tension

9.4 Vibration des bétons

9.4.1 Objectif de la vibration
9.4.2 Déroulement
9.4.3 Précautions à observer

Pour en savoir plus

Aciers

Chaînage horizontal (CH)

Chaînage vertical (CV)

Poutre

Poteau

Dalles

Appui des planchers
Réservation

En fondation

Semelle
Massif
Longrine
Radier
Voile
Chaînage vertical (CV)
Chaînage horizontal (CH)

Façonnage

Scellement

Barres droites
Barres courbes

CHAPITRE 10. Ossature poteaux-poutres en BA

10.1 Poteau BA

10.1.1 Principes de mise en œuvre
10.1.2 Flambage du poteau
10.1.3 Méthode de réalisation

10.2 Poutre BA

10.2.1 Types de poutres
10.2.2 Méthode de réalisation

10.3 Linteau BA

Pour en savoir plus

Pose de poutres préfabriquées

Poutre coffrée sur place

Détails sur l'armature d'une poutre

Armatures transversales des poutres

Linteau courbe

Arc surbaissé
Anse de panier

CHAPITRE 11. Banches

11.1 Description de la banche

11.2 Stabilisation

11.2.1 Accessoires
11.2.2 Règles de sécurité
11.2.3 Principes de stabilisation

11.3 Déchargement

11.4 Mise en service

11.5 Manipulation

11.6 Préparation

11.6.1 Préparation de la première face

11.6.1.1 Plombage de la première face

11.6.1.2 Alignement de la première face

11.6.1.3 Traçage sur la première face

11.6.1.4 Coffrage de la première face

11.7 Mise en place de l'armature de voile

11.8 Fermeture de la banche

11.9 Bétonnage et décoffrage

11.10 Coffrage contre mur

11.11 Plate-forme de travail

11.11.1 Règles de mise en place

11.11.2 Méthode de mise en place

CHAPITRE 12. Élingage

12.1 Une opération à risque

12.2 Terminologie

12.3 Marquage

12.4 Accessoires d'extrémité et boucles

12.5 Mode d'emploi

12.5.1 Avant la mise en service

12.5.2 Dix règles pour élinguer en toute sécurité

12.6 Tableaux fournisseurs

12.7 Calcul des forces sur les élingues

12.8 Signaux de levage des charges

-

Chez le même éditeur (extrait du catalogue)

Construction

Léonard Hamburger, *Maître d'œuvre bâtiment. Guide pratique, technique et juridique*, 5e éd., 556 p., 2018

Jean-Paul Roy & Jean-Luc Blin-Lacroix, *Le dictionnaire professionnel du BTP*, 3e éd., 828 p., 2011

Brice Fèvre & Sébastien Fourage, *Mémento du conducteur de travaux. Préparation et suivi de chantier*, 4e éd., 160 p., 2017

Yves Widloecher & David Cusant, *Manuel de l'étude de prix, Entreprises du BTP. Contexte, cours, études de cas, exercices résolus*, 4e éd., 224 p., 2018

– *Descriptifs et CCTP de projets de construction. Manuel pour comprendre, analyser organiser et décrire*, 2e éd., 224 p., 2018

– *Manuel d'analyse d'un dossier de bâtiment. Initiation, décodage, contexte, études de cas*, 2e éd., 276 p., 2018

Jean-Pierre Gousset, *Avant-métré. Terrassement, VRD & gros œuvre : principes, ouvrages élémentaires ; études de cas, applications*, 264 p., 2016

– avec le concours de Jean-Claude Capdebielle et de René Pralat, *Le Métré. CAO & DAO avec Autocad. Étude de prix*, 2e éd., 312 p., 2011

Série « Technique des dessins du bâtiment »

– *Dessin technique et lecture de plan. Principes; exercices*, 2e éd., 288 p., 2013

– *Plans topographiques, plans d'architecte, permis de construire et RT 2012. Détails de construction*, 280 p., 2014

Gérard Calvat, *Initiation au dessin de bâtiment, avec 23 exercices d'application corrigés*, 186 p., 2015

Architecture

Isabelle Chesneau (dir.), *Profession Architecte. Identité, responsabilité, contrats, règles, agence, économie, chantier*, 576 p., 2018

Michel Possompès, *La fabrication du projet. Méthode destinée aux étudiants des écoles d'architecture*, 2e éd., 384 p., 2016

– *Mes clients et moi : un architecte raconte*. Récits, 320 p., 2018

Xavier Bezançon & Daniel Devillebichot, *Histoire de la construction*

– *de la Gaule romaine à la Révolution française*, 392 p. en couleurs, 2013

– *moderne et contemporaine en France*, 480 p. en couleurs, 2014

Alain Billard, *De la construction à l'architecture*

– *Les structures-poids*, 604 p., 2015

– *Les structures en portiques*, 252 p., 2016

– *Les structures de hautes performances*, 400 p., 2016

Grégoire Bignier, *Architecture & écologie : comment partager le monde habité*, 2e éd., 216 p., 2015

– *Architecture & économie : ce que l'architecture fait à l'économie circulaire*, 160 p., 2018

Carol Maillard, *Façades & couvertures. Performances, architecture, acier*, coédition Eyrolles/ConstruirAcier, 264 p., 2016

Christophe Olivier & Avril Colleu, *12 solutions bioclimatiques pour l'habitat. Construire ou rénover : climat et besoins énergétiques*, 232 p., 2016

…et des dizaines d'autres livres de BTP, de génie civil, de construction et d'architecture sur

www.editions-eyrolles.com

Les livres de construction d'Henri Renaud aux Éditions Eyrolles

Auteur des 20 livres énumérés ci-dessous et de plusieurs manuels d'enseignement technique, Henri Renaud s'est méticuleusement employé à mettre à la disposition de tous le savoir technique qu'il a élaboré au fil d'une carrière d'enseignant l'ayant conduit à former de très nombreux professeurs de lycées professionnels dans le domaine du bâtiment.

La clarté visuelle et la précision technique des informations font de chacun de ses livres un guide pratique immédiatement utilisable.

Son grand classique de la construction et de l'aménagement des maisons individuelles rassemble toutes **les informations recherchées par ceux qui entreprennent une opération de construction** :

Construction de maisons individuelles, 2000, 3e éd. 2009, relié, 384 p.

Pour qu'ils réussissent leur projet, l'auteur procure à ses lecteurs des **schémas complets** montrant notamment les **plans**, les **principes de réalisation**, les **composants** et le détail de **la mise en œuvre** sur le chantier de construction. Outre les **très nombreuses figures** en grand format (plans, croquis, schémas et photos) et les **tableaux récapitulatifs**, tous ces livres contiennent les **dispositions constructives** qui permettront d'exécuter les travaux ou de les suivre en veillant à leur conformité.

Collection « Construire sa maison »

Bien construire sa maison, 2011, 2e tirage mis à jour 2012, 144 p.
Choisir & réaliser les charpentes, 2003, 168 p.
Choisir & réaliser les couvertures en tuile, 2004, 200 p.
Choisir & réaliser les fondations, 2007, 216 p.
Du choix du terrain aux plans d'exécution, 2003, 2e éd. 2006, 176 p.
Implantation des maisons et branchements, 2006, 272 p.
Maisons sur vide sanitaire, 2007, 144 p.
Murs, poutres & planchers, 2002, 2e éd. 2005, 208 p.
Plans de maisons de plain-pied & combles aménagés, 2005, 192 p.
Plans et perspectives : plain-pied & étages, 2005, 236 p.
Réussir ses plans, 2002, 160 p.

Continuellement réimprimés, les huit volumes de la collection « Maisons individuelles » sont autant de guides pratiques immédiatement utilisables où l'on retrouvera notamment toutes les qualités du grand ouvrage de référence.

Volontairement maniables avec leur 80 pages sur papier fort et leur couverture souple, ils sont enrichis de compléments touchant aux innovations où encore à l'isolation thermique ; c'est ainsi qu'on découvrira – par exemple – quelles sont aujourd'hui les caractéristiques et la mise en œuvre des menuiseries extérieures dans le fascicule consacré aux baies.

Collection « Maisons individuelles »

Baies & menuiseries extérieures, 2002, 2e éd. 2011, 80 p.
Fenêtres de toit & lucarnes, combles aménagés, 2013, 80 p.
Charpentes & couvertures, 2002, 2e éd. 2010, 88 pages
Fondations & soubassements, 2002, 2e éd. 2010, 80 p.
Murs & planchers, 2002, 64 p.
Branchements : eau potable & assainissement, 2002, 2e éd. 2011, 64 p.
Eau chaude & chauffage au gaz, 2002, 2e éd. 2010, 80 p.
Ventilation & installation électrique, 2002, 56 p.

Les manuels et guides pratiques de Thierry Gallauziaux & David Fedullo pour le second œuvre

Série « Le grand livre »

Le grand livre de la menuiserie, 2018, 680 p.
Le grand livre de l'électricité, 2018, 5e éd. , 736 p.
Grand guide du bricolage, 2018, 2e éd., 608 p.

Collection « Pro »

L'installation électrique, 2016, 480 p.
La menuiserie, 2016, 238 p.
La plomberie, 2016, 344 p.
Carrelage de sol et mural, 2017, 208 p.

Collection « XL Pro »

La défonceuse, mode d'emploi, 2017, 96 p.
L'installation électrique en fiches pratiques, 2017, 128 p.

Collection « Comme un pro ! »

Rénovations et dépannages électriques, 2013, 304 p.
L'isolation thermique, 2011, 416 p.

Collection « Par soi-même »

Électricité – Réaliser son installation par soi-même, 2012, 4e éd. 2017, 224 p.
Douche, WC, kitchenette – Réaliser un ensemble compact par soi-même, 2013, 176 p.
Peintures et papiers peints – Techniques professionnelles par soi-même, 2014, 144 p.

Collection « Les cahiers du bricolage »

Mémentos de schémas électriques 1 et 2, 2004, 3e éd. 2016, 80 p. & 2005, 4e éd. 2018, 80 p.
Les évolutions de la norme électrique, 2004, 4e éd. 2017, 96 p.
Installer un tableau électrique, 2002, 5e éd. 2017, 88 p.
Le diagnostic électricité, 2013, 80 p.
Dépannages électriques domestiques, 2014, 96 p.
La plomberie en PER, PVC et multicouche, 2011, 2015, 80 p.
Réparer la plomberie, 2002, 2011, 56 p.
Les parquets. Solutions techniques et professionnelles, 2015, 80 p.
Agencer et monter les cloisons, 2005, 3e éd. 2017, 80 p.
Doublages et faux-plafonds, 2010, 2014, 72 p.

Collection « Les cahiers de la construction »

L'isolation par l'extérieur, 2010, 2e édition 2015, 80 p.
Isoler les combles, 2011, 80 p.
Produire son eau chaude et son électricité solaires, 2012, 64 p.
Avec Gérard Karsenty, *Tout savoir avant de faire construire*, 2008, 3éd. 2015, 80 p.

Merci d'avoir choisi ce livre Eyrolles. Nous espérons que sa lecture vous a intéressé(e) et inspiré(e).

Nous serions ravis de rester en contact avec vous et de pouvoir vous proposer d'autres idées de livres à découvrir, des nouveautés, des conseils, des événements avec nos auteurs ou des jeux-concours.

Intéressé(e) ? Inscrivez-vous à notre lettre d'information.

Pour cela, rendez-vous à l'adresse go.eyrolles.com/newsletter ou flashez ce QR code (votre adresse électronique sera à l'usage unique des éditions Eyrolles pour vous envoyer les informations demandées) :

Merci pour votre confiance.

L'équipe Eyrolles

P.S. : chaque mois, 5 lecteurs sont tirés au sort parmi les nouveaux inscrits à notre lettre d'information et gagnent chacun 3 livres à choisir dans le catalogue des éditions Eyrolles. Pour participer au tirage du mois en cours, il vous suffit de vous inscrire dès maintenant sur go.eyrolles.com/newsletter (règlement du jeu disponible sur le site).

La presse professionnelle recommande le *Manuel technique du maçon*

« **Une vraie bible !** Pour ceux qui souhaitent se lancer dans les travaux de gros œuvre, ces deux ouvrages se rendront vite indispensables. Gestes, outils, matériaux ou réglementation sont passés au crible » ***Système D***

« Cet ouvrage **exhaustif** en deux volumes regroupe en termes précis et clairs tout ce qu'un professionnel doit savoir » ***Le Moniteur***

« **Par un maçon** soucieux de partager son expérience et de transmettre ses connaissances, un livre écrit **pour les maçons** » ***Bricomag***

« Richement illustrés de photos et de schémas, complétés de conseils pratiques, ces deux livres présentent ce qui est **nécessaire à l'exercice du métier de maçon** » ***Bétons***

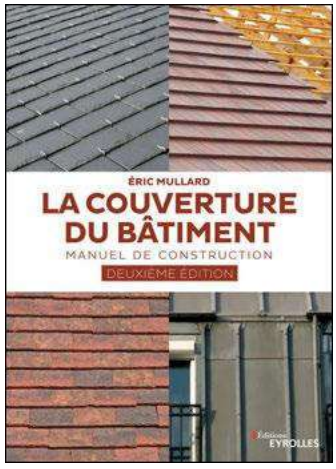
« **Le travail du maçon décrypté dans deux volumes explicatifs**. Traitant le sujet dans sa globalité, ce manuel s'adresse aussi bien aux apprenants qu'à leurs formateurs ou aux artisans et cadres de la construction » ***Batiweb***

« Deux ouvrages **indispensables** » ***Zepros Bâti***

Chez le même éditeur

Éric Mullard

La couverture du bâtiment. Manuel de construction.
Deuxième édition, 360 p.

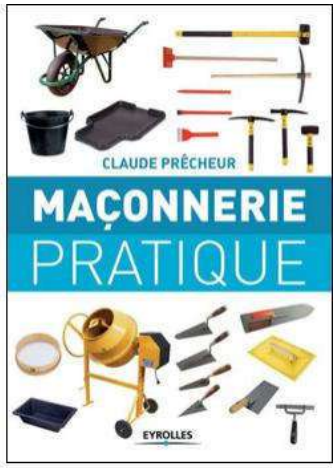


« **La pratique du couvreur dans le respect des DTU**.
Après une première partie rappelant les principes de **prévention** et de **sécurité** sur le chantier, la deuxième partie de ce guide traite de la **mise en œuvre** (support, gouttières, rives, raccords, etc.) et la dernière propose une **documentation technique** qui aborde respectivement l'écartement des liteaux pour l'ardoise au crochet, le quantitatif d'une couverture en ardoise au crochet, les arêtiers, les recueils et évacuations d'eau pluviale. Avec un **glossaire** des termes courants et du vocabulaire technique en usage. Sont par ailleurs précisées les modalités de consultation, sur YouTube, des **tutoriels** élaborés par l'auteur. »

Les cahiers techniques du bâtiment

DU MÊME AUTEUR, CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Claude Prêcheur
Maçonnerie pratique
Bases, méthode et projets à réaliser soi-même
288 p.



Dans ce manuel généraliste, l'auteur expose méthodiquement toutes les informations indispensables à la mise en œuvre d'une **opération personnelle de construction**, depuis la création d'une terrasse ou d'un mur de clôture jusqu'à l'extension d'une maison ou encore la transformation d'un bâtiment agricole en habitation.
Choisis **à l'échelon d'une maison individuelle**, les nombreux exemples sont accompagnés de schémas détaillés décomposant pas à pas chaque étape.

SOMMAIRE

1 Outillage • Mesure et traçage • Outils de maçon et de coffreur • **2 Formalités administratives** • Certificat d'urbanisme • Permis de construire • Déclaration préalable de travaux • **3 Notions de surfaces et de limites** • Surface de plancher • Emprise au sol • Limite séparative • **4 Mortier et béton** • Composants du béton • Gâchage du béton • Béton armé • Armature d'une construction en blocs béton • Mise en œuvre, coulage, tirage, vibration et séchage du béton • **5 Maçonnerie de blocs béton** • Découpe d'un bloc • Joints • Pose • Plombage • Alignement • Chaînage d'angle • **6 Coffrage traditionnel** • Bases • Bon usage des outils • Poteau en béton armé • Coffrage d'une poutre • Coffrage d'un linteau cintré • **7 Murs** • Mur de clôture • Implantation • Fondation • Maçonnerie • Arases et chaînage horizontal • Redans • Pilier de clôture isolé • Murs : de soutènement ; en blocs à bancher ; en blocs béton creux ; composite pierre et béton ; en pierre • **8 Allées et terrasses** • Implantation et fondations • Dalle • Plots et guides • Tirage • Talochage • Emmarchement • Chape rapportée • Plots et chemins • Bordures • Pavage et dallettes béton • **9 Extension de bâtiment** • Projet • Traçage de parallèles et d'un équerrage • Haut de murs et pignon • Appui de fenêtre, seuil et porte • Caniveau à grille • Conduit et souche de cheminée • Fissures de l'enduit • Remèdes • **10 Réhabilitation d'une grange** • Ouvertures • Dépose d'un linteau bois • Réseaux enterrés • Canalisations • Assainissement • Drainage et étanchéité • Plancher d'étage • Escalier droit • Rejointoiement d'un mur en pierre • **Lexique** • **Index**